

THESIS

BONN

1967

WURZELWACHSTUM UND VITALITÄTSBEFUND

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu
BONN

vorgelegt von
HANS-DIETER VIERITZ

aus
KOBLENZ

BONN 1967

LANE MEDICAL LIBRARY OF
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR
PALO ALTO, CALIFORNIA

WURZELWACHSTUM UND VITALITÄTSBEFUND

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu
BONN

vorgelegt von
HANS-DIETER VIERITZ

aus
KOBLENZ

BONN 1967

Angefertigt mit der Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Universität Bonn

Referent: Professor Dr. E. S A U E R W E I N

Tag der mündlichen Prüfung: 19.6.67

Aus der Universitätsklinik und Poliklinik
für Mund-, Zahn- und Kieferkrankheiten Bonn
Direktor: Prof. Dr. E. S A U E R W E I N

Druck: Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität
B o n n

Meiner lieben Frau



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153520_0204

Inhaltsübersicht	Seite
I. Literaturnachweis	6
II. Einleitung	10
III. Literarischer Teil	11
1. Die Physiologie der Nervenreizung und der Reizleitung	11
2. Allgemeines über die Vitalitätsprüfung	12
3. Thermische Untersuchungsmethoden	
a. Kalte Medien	12
b. Wärme	13
4. Die Vitalitätsprüfung durch elektrische Reize	13
4.1 Gleichstrom	14
4.2 Wechselstrom	14
4.3 Hochfrequenzströme	15
5. Elektrische Methoden zur Differenzierung von Pulpen- erkrankungen	
5.1 durch verschiedene Empfindlichkeit auf elektri- schen Strom	18
5.2 Chronaxiemessung	19
5.3 Die Reizzeitstromkurvenmessung	20
6. Elektrische Vitalitätsprüfung an durchbrechenden Zähnen	20
7. Die Entwicklung der Zähne und der Zahnwurzel	23
IV. Eigene Untersuchungen	
1. Die Apparatur	27
2. Herstellung situationsgleicher Röntgenbilder	27
3. Klinische Untersuchungen	31
4. Röntgenuntersuchungen	32
5. Kasuistik	34
a. Fälle mit normaler Dentition	34
b. Fälle mit verspäteter Dentition	43
c. Bohr-Test	46
6. Ergebnisse	47
V. Diskussion	51
VI. Zusammenfassung	58

I. Literaturnachweis

1. Back, R. Vitalitätsprüfung der Zähne
mittels Kohlensäureschnee.
Praktischer Zahnarzt 4, 309 (1936)
2. Becker, H. J. Ein Beitrag zur Frage der Prüfung
der Pulpavitalität.
DZZ 12, 541 (1958)
3. Birkenhauer, H. Über die Reizzeitstromkurven der
gesunden Zahnpulpa.
DZZ 5, 1346 (1950)
4. Bjoern, H. Electrical Excitation of Teeth
and its Application to Dentistry.
Svensk Tandläk. T. 39 (1946)
(Schweiz. Mschr. Zahnheilk.
56, 893 (1946))
5. Borschke, A. u. Wolf, H. Eine Methode der elektrischen
Zahnuntersuchung.
Öst. Z. f. Stomat. 27, 202 (1929)
6. Borschke, A. u. Wolf, H. Die Durchführung der elektrischen
Zahnuntersuchung mit Arsonval-
strömen.
Öst. Z. f. Stomat. 28, 105 (1930)
7. Büchs, H. Die Vitalitätsprüfung der Pulpa
mit Kohlensäureschnee.
Z. R. 62, 194 (1953)
8. Ferner, H. Entwicklungsgeschichte des Men-
schen.
Reinhardtverlag, München-Basel 1961
9. Hafner, A. Diagnose von Pulpakrankheiten
mittels Elektrizität.
Schw. Vjschr. Zahnheilk. 12, 271 (1902)
10. Hauenstein, K. Klinische Untersuchungsmethoden.
Misch, J. Die Fortschritte der
Zahnheilkunde. 9, 110 (1933)

11. Haunfelder, D. Die verschiedenen Arten der Vitalitätsprüfung und ihre praktische Auswertung.
Östr.Z.f.Stomat. 54, 185 (1957)
12. Hensel, H. u. Mann, G. Temperaturschmerz und Wärmeleitung im menschlichen Zahn.
Stoma 2, 76 (1956)
13. Hielscher, W. Periodisch identische Zahn- Röntgenaufnahmen, Möglichkeit und Grenzen der Bildanfertigung und Bildauswertung.
Dtsch.Zahn-Mund-u.Kieferheilk. 32, 177 (1960)
14. Huhnt, R. Über das Wurzelwachstum und die Wurzelbewegung der Zähne.
Med.Diss.Düsseldorf 1949
15. Kowarschik, J. Elektrotherapie.
Verlag J.Springer, Berlin 1929
16. Landois, L. u. Rosemann, R. Physiologie des Menschen.
Verlag Urban & Schwarzenberg
Berlin-München 1950
17. Langegger, P. A. Ein neues Gerät zur Prüfung der Pulpenvitalität.
Östr.Z.f.Stomat. 51, 200 (1954)
18. Rebel, H. H. Konservierende Zahnheilkunde.
Verlag Karl Hanser, München 1950
19. Reichborn-Kjennerud, I. Die Entwicklung der Pulpa in vitalen Zähnen.
Dtsch.Zahn-Mund-u.Kieferheilk. 31, 217 (1959)
20. Rein, H. u. Schneider, M. Physiologie des Menschen.
Springer Verlag Berlin, Göttingen, Heidelberg 1960

21. Robin, P. Zit. nach Wolf, H.
Östr. Z. f. Stomat. 25, 495 (1927)
22. Sauermann, G. Die Vitalität der Pulpa bei über-
kronten Zähnen.
Z. R. 61, 14 (1952)
23. Schiller, F. Ist die Vitalitätsprüfung mit
Kohlensäureschnee unschädlich.
Östr. Z. f. Stomat. 35, 1056 (1937)
24. Schröder, H. Der Induktionsstrom als Diagnosti-
kum in der zahnärztlichen Praxis.
Korresp. Bl. f. Z. 34, 68 (1905)
25. Schütz, E. Physiologie.
Verlag Urban & Schwarzenberg
München-Berlin 1958
26. Smreker, E., Endlicher Zit. nach Rebel, H. H.
Konservierende Zahnheilkunde.
Karl Hanser Verlag, München 1950
27. Von Skramlik, E. Die Sinnesphysiologie der Zähne.
Z. Inn. Med. Leipzig 15, 1131 (1960)
28. Stenberg, St. Vitalitetsprovning med elektrisk
ström av incisiveri olika genom-
brotsstadier.
(Vitalitätsprüfung mit dem elek-
trischen Strom in verschiedenen
Durchbruchsstadien an Schneide-
zähnen.)
Svensk Tandläk. T. 43, 83 (1950)
29. Stiegler, H. J. Zur Problematik der Pulpenvitali-
tätsprüfung.
Wiener Med. Wschr. 104, 99 (1954)
30. Walkhoff, O. Lehrbuch der konservierenden
Zahnheilkunde.
Verlag Hermann Meusser,
Berlin 1922

31. Weber, R. u. v. Werz, R. Über die Chronaxie der Schmerzrezeptoren in den Zähnen.
D.Z.W. 36, 276 (1933)
32. Witthaus, C.-Fuijt, W.I.C. Demonstration eines Apparates, die Vitalität eines Zahnes festzustellen.
D.M.f.Z. 20, 543 (1902)
33. Wolf, H. Über elektrische Zahnuntersuchung.
Östr.Z.f.Stomat. 25, 495 (1927)
34. Wolf, H. Die Zahnmarkprüfung mittels Hochfrequenzströmen.
D.Z.W. 41, 1066 (1938)
35. Wolf, H. u. Lutz, R. Die Ionophorese.
Verlag Karl Hanser, München 1951

II. Einleitung.

Die elektrische Vitalitätsprüfung stellt in der zahnärztlichen Praxis ein wichtiges Hilfsmittel zur Diagnostik einer Pulpo-pathie dar. Besondere Schwierigkeiten treten jedoch bei der Vitalitätsbestimmung des Wechselgebisses auf, da Zähne im Durchbruchsstadium erfahrungsgemäß auf elektrische Reize negativ oder abnorm schwach reagieren. Dies könnte an einer zu diesem Zeitpunkt noch ungenügenden Innervation der Zahnpulpa liegen, andere Autoren glauben, den großflächigen Stromdurchtritt infolge des noch weit geöffneten Foramen apicale als Ursache annehmen zu müssen.

Durch die mehr und mehr zunehmende Zahl der Verkehrsunfälle in der heutigen Zeit kommt der Vitalitätsbestimmung im kindlichen Gebiss eine immer größere Bedeutung zu. Der Zahnarzt ist in diesem Falle auf die physikalischen Untersuchungsmethoden angewiesen, um festzustellen, ob die Pulpa unversehrt geblieben, ob sie durch das Trauma geschädigt oder gar abgestorben ist.

In der vorliegenden Arbeit soll nun untersucht werden, ob der Vitalitätsbefund vom Entwicklungszustand des Foramen apicale abhängig ist. Hierzu sollen situationsgleiche Röntgenbilder des Foramens während der einzelnen Durchbruchsstadien gemacht werden, um eine Gesetzmäßigkeit zwischen Wurzelwachstum und Vitalitätsbefund festzustellen. Als Patienten stehen für diese Untersuchungen Kinder aus der kieferorthopädischen Abteilung unserer Klinik zur Verfügung.

III. Literarischer Teil

1. Die Physiologie der Nervenreizung und der Reizleitung.

Eine sensible Nervenfasern kann auf verschiedene Weise erregt werden: durch mechanische, thermische, chemische und elektrische Reize.

Nach SCHÜTTE (25) ist die Nervenzelle als Träger einer elektrischen Ladung aufzufassen. Das kaliumreichere Zellinnere wird von der natriumreicheren Gewebsflüssigkeit der Umgebung durch eine semipermeable Membran (Neurilemma) getrennt. Ihrem Konzentrationsgefälle folgend, treten die Kaliumionen aus der Zelle aus und geben der Oberfläche eine positive Ladung; entsprechend wird das Zellinnere relativ negativ zur Zelloberfläche. Die Natriumionen können wegen der Membraneigenschaft nicht in das Innere dringen. Es besteht also ein Potentialsprung zwischen dem Innern und der Oberfläche der Nervenzelle, so daß sich ein Strom ableiten läßt, der als Ruhestrom bezeichnet wird. Die Spannung der nicht erregten Zelle, das Ruhepotential, beträgt nach REIN - SCHNEIDER (20) 40 - 80 mV.

Gerät eine Zelle durch äußeren Reiz in Erregung, so wird die Membran selektiv für Natrium durchlässiger. Es erfolgt ein massiver Einstrom von (positiv geladenen) Natriumionen, der zu einer Positivierung des Zellinnern führt, so daß die Außenfläche sich jetzt relativ negativ verhält. Durch den Zusammenbruch der normalen Membranaufladung (Depolarisation), kommt es zum Auftreten eines Aktionsstromes, der die Auslösung der Erregung verursacht.

Nach NERNST (Zit. nach LANIGS - ROSTMANN (16)) bewirkt auch der elektrische Strom eine Änderung der Ionenkonzentration an der Zellmembran; diese löst dann den eigentlichen Erregungszustand aus. Zwischen der erregten Stelle und der unerregten Nachbarschaft besteht eine Potentialdifferenz, die durch ein "Strömchen" ausgeglichen wird ("Strömchentheorie" der Erregungsleitung.) Das auftretende Strömchen führt wiederum zur Erregung der unerregten Nachbarschaft. So wird die Erregung vom Ort der Einwirkung immer weiter durch die Bahn des Nerven fortgeleitet.

2. Allgemeines über die Vitalitätsprüfung

Die anatomische Besonderheit der Unzugänglichkeit der Pulpa läßt eine unmittelbare Beurteilung durch Inspektion, Palpation und Auskultation nicht zu, so daß die physikalischen Untersuchungsmethoden eine wichtige Stütze für die Befunderhebung darstellen.

Zur üblichen Prüfung der Vitalität der Pulpa kommen nur Methoden in Betracht, die die Schmerzrezeptoren der Pulpa ohne Beschädigung der Zahnhartsubstanz oder der Pulpa selbst zu erregen vermögen. Dies ist durch thermische wie durch elektrische Reize möglich. Beide Verfahren beruhen auf der Tatsache, daß die Nerven des Zahnmarkorgans rascher und intensiver reagieren als die Nerven des umgebenden Parodontalgewebes.

VON FREY (zit. n. VON SKRAMLIK (27)) behauptet, daß es in der Pulpa einen eigenen Schmerzsinne gibt, wogegen GOLDSCHIEDER (zit. n. VON SKRAMLIK (27)) meint, ein Schmerz komme erst zustande, wenn die Reizgröße ein bestimmtes Maß übersteigt.

Einen adäquaten Reiz gibt es hier nicht, jeder mechanische, thermische oder chemische Reiz führt zu Schmerzen. Zunächst entsteht eine Empfindung, die auf die bestimmte Reizart zurückzuführen ist. Bei der Steigerung der Intensität des Reizes tritt aber sofort eine unangenehme gefühlsbetonte Empfindung auf, die auf dem Eingreifen des Schmerzsinnes beruht.

3. Thermische Untersuchungsmethoden

a. Kalte Medien

Kaltes Wasser kann an gesunden Zähnen kaum zur Beurteilung der Vitalität herangezogen werden, denn höchstens an Zähnen mit tiefen Kavitäten, starker Abrasion oder sensiblen Zahnhälsen kommt es zu einer Reaktion.

Demgegenüber wird Chloräthyl von vielen Autoren empfohlen. Ein mit Chloräthyl getränkter Wattebausch wird mit einer Pinzette an den zu untersuchenden Zahn gebracht. Hierbei muß darauf ge-

achtet werden, daß der Wattebausch nicht zu stark auf den Zahn gepreßt wird, weil sonst herabrinnendes Chloräthyl zur Fehlreaktion an der Gingiva führt.

BÜCHS (7) glaubt jedoch, daß die mit Chloräthyl erzeugte Temperatur von minus 25°C für eine sichere Beurteilung nicht ausreichend ist, besonders bei starker Sekundärdentinbildung. Er empfiehlt die Vitalitätsprobe mit Kohlensäureschnee, die von BACK (1) 1936 eingeführt worden ist. Die erreichten Temperaturen von minus 70°C erhöhen die Erfolgssicherheit. BECKER (2) fand 83% der untersuchten Zähne ansprechend, wogegen bei der Untersuchung mit Chloräthyl nur 73% reagierten. SCHILLER (23) konnte trotz der tiefen Temperatur keine Schmelzsprünge oder irreversible Pulpenirritationen feststellen. SAUERMAN (22), der diese Methode zur Prüfung überkronter Zähne angewandt hat, fand bei 97,6% Übereinstimmung der thermischen Vitalitätsprüfung mit dem klinischen und röntgenologischen Befund.

b. Wärme

Verwendung finden über der Flamme erhitzte Kugelinstrumente, heiße Guttapercha und der Thermokauter (REBEL) (18). Die thermometrische Methode von WALKHOFF (30), der Wasser von bestimmten Temperaturen (zwischen 10° und 55°C) benutzte, hat sich in der Praxis nicht durchgesetzt.

Die eingehenden Untersuchungen von HENSEL und MANN (12) haben jedoch gezeigt, daß der Aussagewert der Versuchsergebnisse nur begrenzt sein kann, da die zur Verfügung stehenden Reizmittel wegen der schlechten Temperaturleitfähigkeit des Schmelzes (Ermittelt wurde eine Temperaturleitzahl von $0,0018\text{ cm}^2 \cdot \text{sec}^{-1}$) nicht intensiv genug sind. Eine Verwendung von hohen Temperaturen verbietet sich, sie würden zu Verbrennungen, irreversiblen Eiweißveränderungen und Schmelzsprünge führen. So fand BECKER (2) bei seinen vergleichenden Untersuchungen, daß mit der erhitzten Kugel bei 71% der getesteten Zähne eine Reaktion zu ermitteln war, mit heißer Guttapercha bei 73%.

Bei allen thermischen Prüfungen sind Reize nach Reizstärke und Reizdauer schwer abstufbar und erlauben somit keine genaue Differenzierung der Reizschwelle; dies ist erst bei der elektrischen Reizung möglich.

3. Die Vitalitätsprüfung durch elektrische Reize.

Schon seit HELMHOLTZ weiß man, daß alle erregbaren Gebilde durch den elektrischen Strom gereizt werden können; dieser wurde bereits vor der Jahrhundertwende von SMREKER (26) und 1900 von ENDLICHER (26) zur Diagnose verwendet.

4.1 Gleichstrom

ROBIN (21) (1901) und HAFNER (9) (1902) verwendeten zur Reizung der Pulpa galvanischen Strom. Als besonderer Nachteil bei dieser Untersuchungsmethode wurde ein plötzlicher Anstieg des Widerstandes, ja oft sogar eine völlige Unterbrechung des Stromes beobachtet. Diese Erscheinung ist durch die Dissoziation des verwendeten Salzes (Elektrolyt) und die Polarisierung bedingt. Unter Polarisierung versteht man das Auftreten eines entgegengesetzt fließenden Stromes, der an den Berührungsflächen zwischen Leiter I. und II. Ordnung (HELMHOLTZ'sche Grenzschicht), also zwischen Metall und leitender Flüssigkeit, entsteht. Auf Grund dieser Schwierigkeiten kommt das Verfahren heute nicht mehr zur Anwendung.

HAUNFELDER (11) verwendet zur Vitalitätsprüfung Gleichstrom, der durch Tonophorese-Geräte erzeugt wird. Je nach Fabrikat arbeiten diese Geräte mit einer Spannung zwischen 16 und 60 Volt.

4.2 Wechselstrom

Zur gleichen Zeit wie ROBIN (21) und HAFNER (9) forderten SCHRÖDER (24) und FUIJT (32) die Anwendung induktiv erzeugter Wechselströme. WITTHAUS (32), der den von FUIJT (32) angegebenen Induktionsapparat, und SCHRÖDER (24), der ein Schlitteninduktorium benutzte, kamen zu dem Ergebnis, daß ein lebender Zahn auf den Reiz eines genügend starken faradischen Stromes mit Empfindun-

gen zwischen leichtem Kribbeln und heftigem Schmerz reagiert. Große Schwierigkeiten bereiteten der hohe Widerstand des Schmelzes und der schwer zu beseitigende Flüssigkeitsfilm auf der Zahnoberfläche, der oft zum Nebenschluß der Gingiva und somit zur Fehldiagnose führte.

4.3 Hochfrequenzströme

Als Weiterentwicklung empfahlen 1929 BORSCHKE und WOLF (5/6) die Prüfung der Pulpa mit hochfrequenten Wechselströmen (sogenannten d'Arsonvalströmen), die in einem Schwingungskreis durch Induktion von Funkenentladungen erzeugt werden. Zwischen den einzelnen Schwingungsgruppen liegen

längere Pausen. (WOLF) (33/34).

Der menschliche Körper ist gegen Hochfrequenzströme unempfindlich, weil bei so hohen Frequenzen die Schwingungsdauer eines Einzelpulses nicht genügt, um eine Nervenreizung auszulösen. Für die Arsonvalströme mit Frequenzen zwischen 500000

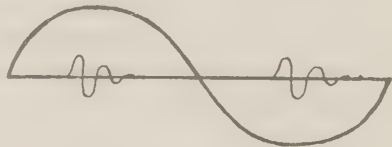


Abb. 1. Arsonvalstrom
Hochfrequenzstrom von
niedriger Frequenz überlagert (nach Kowarschik, 15)

und 1 Million Hertz spielt der hohe Schmelzwiderstand keine Rolle. Bei der Funkenentladung werden niederfrequente Impulse hervorgerufen, die den Hochfrequenzstrom überlagern (WOLF, LUTZ) (35). Dieser niederfrequente Strom verursacht die Reizwirkung des Arsonvalstromes auf die Pulpa. In der praktischen Anwendung zeigte diese Methode aber keine Verlässlichkeit und allgemeine Brauchbarkeit (HAUNFELDER) (11).

Heute arbeiten die meisten Vitalitätsprüfgeräte mit sinusförmigem Wechselstrom, wie ihn das Lichtnetz liefert. In der Konstruktion weisen sie jedoch beträchtliche Unterschiede auf. Die einen arbeiten mit einer aktiven Zahnelektrode und einer inaktiven Handelektrode, andere mit einer doppelpoligen Zahnelektrode. Die Prüfspannung beträgt meist 0 - 30 Volt, mit Ausnahme der Geräte

mit doppelpoliger Zahnelektrode. Hier ist eine höhere Spannung (etwa 90 Volt) nötig, weil zweimal der hohe Schmelzwiderstand überbrückt werden muß. Die Stromregulierung erfolgt an den zahnärztlichen Behandlungsgeräten. Als Zahnelektroden dienen Metallspitzen oder ein mit Elektrolyt getränkter Wattebausch.

STIEGLER (29) und BJOERN (4), die verschiedene Pulpentester untersucht haben, weisen allerdings auf folgende Mängel hin: Die üblichen Mehrzwecktransformatoren sind als Stromquellen ungeeignet, die gelieferten Stromwerte sind fehlerhaft. Sie beanstandeten die ungeeigneten Elektroden und die ungünstige Reglerbedienung, wenn diese nicht mit der Elektrode selbst gekoppelt ist.

STIEGLER (29) und LANGEgger (17) brachten 1954 ein neues Gerät, den "Dentotest", auf den Markt. Die Verbesserung gegenüber den anderen Geräten geht auf AXELSSON und BJOERN (zit. nach STIEGLER (29)) zurück, die feststellten, daß zur Reizung schwach vitaler Zähne Stromstärken von 40 - 60 Mikroampère erforderlich sind. Die Reizschwelle der Gingiva hingegen beträgt 250 Mikroampère. Ein auf die Gingiva abgeleiteter Stromreiz wird also erst dann empfunden, wenn seine Stärke das Sechsfache der für die Zahnreizung erforderlichen Höchststromstärke beträgt. Der elektrische Widerstand des Schmelzes beträgt im Durchschnitt etwa $10^5 - 10^6$ Ohm (MATHIS, ADLER, STIEGLER). Nach dem Ohm'schen Gesetz ist zur Erreichung der erforderlichen Reizstromstärke bei einem hohen Widerstand eine entsprechend hohe Spannung nötig; diese beträgt etwa 40 - 60 Volt. Da der elektrische Widerstand der Gingiva aber 10 - 20 mal kleiner als der des Schmelzes ist, wird es bei unerwünschter Stromableitung über Speichel oder Metallfüllungen zu einem sehr hohen Stromanstieg kommen, der meistens die Reizschwelle der Gingiva oder des Desmodontiums beträchtlich übersteigt.

Die Erzeugung unspezifischer Reize auf Gingiva oder Desmodontium wurde durch die besondere Strom-Last-Charakteristik (Abb. 1.) des Gerätes vermieden. Die vom Transformator erzeugte Sekundärspannung ist doppelt so groß wie die benötigte Höchstspannung. Dadurch wird die Anwendung einer Spannungsteilerkette möglich, wel-

che die zur Vermeidung unspezifischer Reize nötige Strombegrenzung gewährleistet. Das Reglerpotentiometer, das sich an der Prüfsonde befindet und mit dem Daumen leicht betätigt werden kann, ist ein Glied dieser Spannungsteilerkette (Abb.3.).

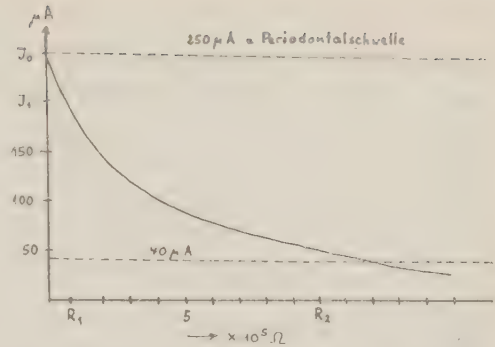
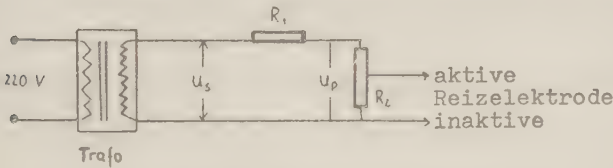


Abb.2. Strom-Last-Charakteristik des Dentotestgerätes (nach Stiegler(29))

Auch der Übergangswiderstand Elektrode - Zahn ist wichtig und muß konstant sein. Bei den üblichen Geräten werden Metallsonden oder ein elektrolytgetränkter Wattebausch verwendet. Sowohl die Metallson-



R_1 = Begrenzungswiderstand

R_2 = Spannungsteiler

U_s = Sekundärspannung

U_p = Reiz-Prüfspannung

Abb.3. Aufbau des Dentotestgerätes

de, die leicht an der Zahnoberfläche abgleitet, als auch der elektrolytgetränkte Wattebausch, der bei zu starkem Aufpressen zur Rinnsalbildung und damit auch zur unspezifischen Reizung der Gingiva führen kann, sind als Prüfsonden ungeeignet. Bei den ersten Dentotestgeräten wurden in Kochsalzlösung getränkte Pappelhölzchen von etwa 3 mm Durchmesser in die Spitze der Zahnelektrode gesteckt. Hierdurch wird ein guter Kontakt ermöglicht, und außerdem verhindert das Hölzchen ein Auspressen der Elektrolytflüssigkeit, wie es bei Watte möglich ist.

Bei den neuesten Geräten besteht die Sonde aus einer elektrisch leitenden Spezialgummimischung, die einen guten Kontakt mit der

Zahnoberfläche gewährleistet.

Ein anderer Unsicherheitsfaktor, der mehr oder weniger gute Kontakt zwischen inaktiver Elektrode und Patient, fällt ebenfalls bei den neuen Pulpenvitalitätsprüfern T - 06 bzw. T - 63 fort. Beides sind volltransistorisierte Geräte mit Batteriebetrieb. Durch das Anbringen der inaktiven Elektrode direkt auf den Handgriff (verchromtes Messingrohr) sind Tarnelektroden (Mundspiegel, Latz) oder Handklemmelektrode nicht mehr nötig. Da also nun der Stromkreis über den Arzt geschlossen wird, ist ein durch den Patienten unbeeinflussbarer guter Kontakt gewährleistet. Dies hat den Vorteil, daß autosuggestiv mögliche Fehlreaktionen eliminiert werden.

Die Strom-Last-Charakteristik wurde bei den neuen Geräten beibehalten, nur mußte aus Dimensionierungsgründen die Frequenz auf 180 Hertz erhöht werden. Die Kurvenform ist annähernd sinusförmig (Nach einer persönlichen Mitteilung der Firma Malek).

5. Elektrische Methoden zur Differenzierung von Pulpenerkrankungen

5.1 Durch verschiedene Empfindlichkeit auf elektrischen Strom

HAUENSTEIN (10) hält es nicht für möglich, ein genaues Maß der Reizwirkung, also absolute Werte der Erregbarkeit, zu bestimmen. Bei allen Messungen kann nur die Intensität des Stromes gemessen werden, der eine Schwellenreaktion (die erste Antwort eines Organs auf einen sich steigernden Reiz) auslöst. Die Stromdichte und der Widerstand, den der Strom überwinden muß, bleiben aber unberücksichtigt. Unbekannt bleibt die Strommenge, die nach Überwindung des Widerstandes verbleibt und schließlich zur Auslösung der Erregung führt. Selbst wenn die Elektroden direkt auf die isolierten Nerven zu liegen kommen, ist es nach HAUENSTEIN (10) nicht möglich, die absolute Erregbarkeit zu bestimmen. Infolgedessen variieren Messungen dieser Art nicht nur von Patient zu Patient, sondern auch von Zahn zu Zahn.

5.2 Chronaxiemessung

WEBER und VON WERZ (31) haben in Erkenntnis dieser Mängel die Chronaxiemessung in die Zahnheilkunde eingeführt.

Zur Auslösung einer Erregung besteht zwischen notwendiger Reizstärke und Reizdauer eine funktionelle Abhängigkeit: Die Stromzeit - Stromstärkekurve (Reizzeit - Spannungskurve oder HOORWEG-WEIS'sche Hyperbel (Abb.4.)). Die Mindestdauer, die der Reizstrom haben muß, um ebenso stark wie bei beliebig langer Anwendung zu wirken, ist die Nutzzeit (temps utile, LAPIQUE). Diese Zeit braucht der Strom, um eine volle Reizwirkung zu entfalten; der Strom, der danach noch fließt, ist an der Reizwirkung unbeteiligt. Die Mindeststromstärke oder Rheobase (Grundwert des Stromes), die eben noch einen Reizerfolg auslöst, benötigt die längste Reizzeit. Bei Stromstärken oberhalb der Rheobase sind die erforderlichen Einwirkungszeiten dagegen dem Reizwert umgekehrt proportional, das heißt, je größer die Reizstärke, desto kürzer die zur Erregung erforderliche Einwirkungsdauer (Abb.5.). Da der flache Kurvenver-

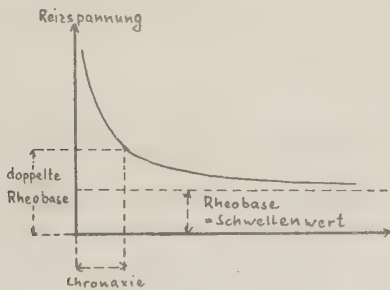


Abb.4. Chronaxie in der Reizzeitspannungskurve

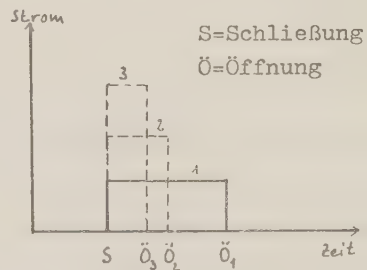


Abb.5. Stromstärke und zugehörige Stromdauer

lauf die Ermittlung der zur Rheobase gehörenden Nutzzeit erschwert, ist nach LAPIQUE (zit. nach LANDOIS - ROSEMANI (16)) die dem doppelten Schwellenwert entsprechende Zeit, die Chronaxie, eingeführt worden. Die Chronaxie ist eine Organkonstante, die eine Aussage über den Lebenszustand des untersuchten nervösen Elementes

tes ermöglicht. Maßeinheit bei der Chronaxiemessung ist also nicht die Stärke des Reizes, sondern die Kennzeit. Je nach den pathologischen Verhältnissen der Zahnpulpa ist die Reizleitung also verlängert oder verkürzt.

Dieses Verfahren zeigte sich jedoch für die Praxis als zu kompliziert.

5.3 Die Reizzeitstromkurvenmessung

BIRKENHAUER (3) hat als Vereinfachung eine sog. Reizzeitstromkurve aufgestellt. Er ermittelte für verschieden hohe Stromstärken die entsprechende Flußzeit, das ist die Zeit, die vom Einschalten des Stromes bis zum Reizerfolg vergeht. Die korrespondierenden Werte von Stromstärke und Flußzeit werden in ein logarithmisches Koordinatensystem eingetragen. Hierbei konnte der Autor feststellen, daß sich die Kurven der einzelnen Versuchspersonen nur durch eine geringe Parallelverschiebung voneinander unterscheiden.

BIRKENHAUER (3) weist auf die Möglichkeit hin, von einer gemittelten Reizzeitstromkurve ausgehend, pathologische Zustände der Zahnpulpa zu erfassen und festzulegen.

6. Elektrische Vitalitätsprüfung an durchbrechenden Zähnen.

STENBERG (28) konnte bei der Untersuchung von 3000 traumageschädigten Zähnen feststellen, daß Zähne in verschiedenen Durchbruchstadien auf elektrischen Strom verschieden reagieren. Er teilte 1083 Schneidezähne nach Augenmaß in vier Durchbruchstadien ein: I= bis $1/4$, II= $1/4 - 1/2$, III= $1/2 - 3/4$, IV= $3/4 -$ vollständiger Durchbruch der Zahnkrone. Er untersuchte die Zähne alle 3 Monate mit einem Ritter D 53 Vitalitätsmesser Serie 6363 (doppelpolige Zahnelektrode). Je nach dem Skalengrad des Vitalitätsprüfgerätes (die Skala erstreckt sich von I bis XII) setzte er Punktwerte fest. Reagierte ein Zahn bei Stufe I, bekam er den Punktwert 11, reagierte er bei II, den Punktwert 11, bei Stufe XII den Punktwert 1, reagierte er nicht, bekam er 0 Punkte.

	Skalenrad des Vitalitätsmessers															
Durch- bruchs- stadium	0 XII	XI	X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I		Summe der Fälle	Durch- schnitt- licher Punkt- wert	
	Punktwert															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Zahn 1 + 1																
1	14	1	-	1	-	-	1	3	-	-	-	-	-	20	1,6	
2	27	1	2	4	5	3	5	4	2	5	2	1	-	61	3,3	
3	12	2	5	1	6	10	2	18	16	14	23	19	10	143	7,5	
4	3	-	3	-	3	3	4	12	4	17	23	31	10	117	8,8	
Summe d.Fälle	56	4	10	10	14	16	17	37	22	36	48	51	20	341		
Zahn 2 + 2																
1	5	1	1	1	2	2	-	1	-	-	-	-	-	13	2,4	
2	18	3	4	4	2	5	1	4	3	-	-	-	-	44	2,6	
3	15	1	1	4	5	2	5	5	9	7	8	6	-	68	5,9	
4	1	3	1	1	4	11	4	7	4	6	6	10	6	64	7,4	
Summe d.Fälle	39	8	7	10	13	20	10	17	16	13	14	16	6	189		
Zahn 2 - 2																
1	11	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	0,3	
2	37	-	2	5	4	2	5	4	4	6	2	-	-	71	2,9	
3	54	9	10	6	13	15	15	26	8	15	15	20	6	212	5,1	
4	9	3	3	7	7	13	21	19	20	33	30	45	47	257	8,6	
	111	13	15	19	24	30	41	49	32	54	47	65	53	553		

Tabelle I.

Durch- bruchs- stadium	Skalengrad des Vitalitätsmessers													Summe der Fälle
	0 XII	XII	XI	X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I	
Zahn 1 + 1														
1	4,1	0,3	-	0,3	-	-	0,3	0,9	-	-	-	-	-	5,9
2	7,9	0,3	0,6	1,2	1,4	0,9	1,4	1,2	0,6	1,5	0,6	0,3	-	17,9
3	3,5	0,6	1,4	0,3	1,8	2,9	2,1	5,2	4,7	4,1	6,7	5,6	2,9	41,8
4	0,9	-	0,9	1,2	0,9	0,9	1,2	3,5	1,2	5,0	6,7	9,1	2,9	34,4
Summe d. Fälle	16,4	1,2	2,9	3,0	4,1	4,7	5,0	10,8	6,5	10,6	14,0	15,0	5,8	100,0
Zahn 2 + 2														
1	2,7	0,5	0,5	0,5	1,1	1,1	-	0,5	-	-	-	-	-	6,9
2	9,5	1,6	2,1	2,1	1,1	2,7	0,5	2,1	1,6	-	-	-	-	23,3
3	7,9	0,5	0,5	2,1	2,1	1,1	2,7	2,7	4,8	3,7	4,2	3,2	0,5	36,0
4	0,5	1,6	0,5	0,5	2,6	5,8	2,1	3,7	2,1	3,2	3,2	5,3	2,7	33,8
Summe d. Fälle	20,6	4,2	3,6	5,2	6,9	10,7	5,3	9,0	8,5	6,9	7,4	8,5	3,2	100,0
Zahn 2 - 2														
1	2,0	0,2	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,4
2	6,7	-	0,4	0,9	0,7	0,4	0,9	0,7	0,7	1,1	0,4	-	-	12,9
3	9,8	1,6	1,8	1,1	2,4	2,7	2,7	4,7	1,4	2,7	2,7	3,6	1,1	38,3
4	1,6	0,5	0,5	1,3	1,3	2,4	3,8	3,4	3,6	6,0	5,4	8,1	8,5	46,4
	20,1	2,3	2,7	3,5	4,4	5,5	7,4	8,8	5,7	9,8	8,5	11,7	9,6	100,0

Tabelle II.

Durchbruchsstadium	Durchschnittlicher Punktwert		
	1+ +1	2+ +2	2- -2
1	1,6	2,4	0,3
2	3,3	2,6	2,9
3	7,5	5,9	5,1
4	8,8	7,4	8,6

Tabelle III.

Der Autor konnte feststellen, daß der Zahn umso empfindlicher wurde, je weiter er durchgebrochen war. Bis zum III. Durchbruchsstadium reagierten die meisten Zähne nicht, ja 1/5 der Fälle hat sogar bis zum völligen Durchbruch nicht angesprochen. Diese Tatsache hält der Verfasser besonders bei traumatisch geschädigten Zähnen für wichtig, weil der Zahnarzt dann weitgehend auf die physikalischen Untersuchungsmethoden angewiesen ist. Die Untersuchungsergebnisse von STENBERG (28) sind in den folgenden Tabellen wiedergegeben:

Tabelle I

Punktwerte der einzelnen Zahngruppen während den vier Durchbruchsstadien.

Tabelle II

Prozentualer Anteil der untersuchten Zähne, nach Durchbruchsstadium und Skalengraden aufgegliedert.

Tabelle III

Durchschnittlicher Punktwert der Zahngruppen während den einzelnen Durchbruchsstadien.

7. Die Entwicklung der Zähne und der Zahnwurzel.

Aus den Randwülsten der fünf Gesichtsfortsätze entstehen die Anlagen für Lippen und Kiefer. Auf der Mitte des Wulstes wuchert das Epithel, dringt in das Bindegewebe ein und bildet die Zahnfurche. Vom Grunde dieser Furche sprossen zwei Epithelleisten, die vordere Lippenleiste und die hintere Zahnleiste. Von dieser Zahnleiste geht die Entwicklung der Zahnanlagen aus. Durch Wucherung entstehen Schmelzknospen, die bald Glöckchenform annehmen. Das von der Konkavität dieser Schmelzorgane umfaßte mesodermale Bindegewebe, dessen Zellen sich lebhaft vermehren, bildet die sogenannte Zahnpapille. Die Mesodermzellen, welche die Zahnanlage umgeben, vermehren sich ebenfalls und legen sich dicht aneinander. Dadurch entsteht ein die Zahnanlage umgebender mesodermaler Zellmantel, der als Zahnsäckchen bezeichnet wird.

Im fünften Embryonalmonat (Beschreibung der Milchzahnentwicklung) beginnen sich diejenigen Bindegewebszellen der Papille, die dem inneren Schmelzepithel anliegen, epithelartig zu formieren. Diese Zellen, die nun als Odontoblasten bezeichnet werden, scheiden das Prädentin ab, das durch Verkalkung zum Dentin wird. Die einzelnen Dentinkeime verschmelzen anschließend zu einer Dentinkappe. Etwa zur gleichen Zeit beginnen die Zellen des inneren Schmelzepithels (Adamantoblasten) mit der Bildung des Schmelzes.

Erst wenn die Krone in ihrer Gestalt fast vollständig fertiggestellt ist, beginnt die Bildung der Wurzel. An dem wurzelwärts gerichteten Rand der Epithelglocke fehlt die Schmelzpulpa - die Bildung von Schmelz hört hier auf - so daß die inneren und äußeren Schmelzzellen unmittelbar aneinanderliegen und die Epithelscheide des Zahnes bilden. Die Epithelscheide wächst als Rohr in die Tiefe und bestimmt dadurch den Umfang der Wurzel. Die Epithelscheide (Hertwig-Wurzelscheide) umschließt die bindegewebige Papille. Die der Hertwigscheide nach innen gegenüberliegenden Bindegewebszellen differenzieren sich zu Odontoblasten, die Dentin aufbauen. Die Verlängerung der Epithelscheide, das Entstehen von Odontoblasten gehen Hand in Hand und bewirken das Längenwachstum der Wurzel.

Wenn dabei die Wurzel durch diese Vorgänge die ihr zukommende Länge erreicht hat, biegt die Wurzelscheide - bis dahin in senkrechter Richtung wachsend - nach der Mitte zu um. Das solange offene Wurzelende wird durch Dentinanbau immer mehr verschlossen, bis nur noch eine feine Öffnung, das Foramen apicale offen bleibt, das die Verbindung zu der aus Resten des Bindegewebes innerhalb des Dentinmantels gebildeten Pulpa schafft.

Die Bildung des Zementes geht von der inneren Zelllage des bindegewebigen Zahnsäckchens aus. Die Bildungszellen sind gewöhnliche Osteoblasten, die Zementoblasten genannt werden. Die äußeren Zelllagen des Zahnsäckchens bilden einerseits die Wurzelhaut des Zahnes (Periodontium) und andererseits das die Alveole auskleidende Periost (nach FERNER (8)).

REITHORN-KÖNIGSRUP (19), der die Entwicklung der Pulpa in vitalen Zähnen untersucht hat, teilt die Entwicklung und den Durchbruch in drei Phasen ein (Abb.6 a-f).

Für die erste Phase ist ein expansives Wachstum bezeichnend. Durch Schmelz- und Dentinablagerung wird die Krone zur Mundhöhle hin und die Wurzel in entgegengesetzter Richtung verschoben. Der Platz für die Entwicklung kommt zunächst durch Schwund der Schmelzpulpa, dann durch Knochenabbau der Knochenhülse an Krone und Papillenbasis zustande.

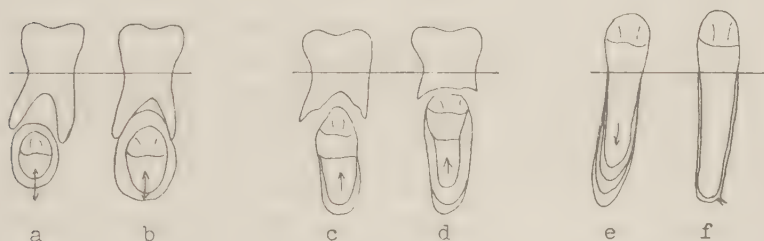


Abb.6.

a.und b. Expansives Wachstum (1.Phase).Die Wurzel wächst zum margo mandibulae und die Krone zur Mundhöhle,während die Anlage dauernd von einer Knochenhülse umgeben ist.

c.und d. Durchbruchperiode (2.Phase).Der Zahn wird durch Wurzelwachstum und durch Bindegewebs- und Knochenbildung im Zahn-säckchen zur Mundhöhle hin befördert.

e.und f. (3.Phase).Die Wurzelspitze wächst in den Kiefer hinein.
f.Fertiger Zahn.

In der zweiten Phase beginnt der eigentliche Zahndurchbruch.Der Zahn wird im ganzen ein wenig zur Mundhöhle hin verschoben,wobei der Platz durch gesteigerte Knochenresorption um die Krone herum entsteht.Die Resorption an der Papillenbasis hört auf,hier wird jetzt Knochen und Bindegewebe gebildet.Diese Gewebsumbildung und das Längenwachstum der Wurzel schieben den Zahn langsam zur

Mundhöhle hin. In dieser Phase, die solange dauert bis der Antagonist erreicht ist, treten in dem Papillensockel und in dem zum Pulpagewebe umgebildeten Teil der Papille große Veränderungen auf.

Die dritte Phase beginnt, wenn der Zahn in Okklusion steht. In dieser Zeit entwickeln sich die Wurzelspitzen und ihre Pulpae, sowie die Wurzelhaut und der periodontale Knochen. Die Wurzeln wachsen in diesem Stadium in den ständig sich verkleinernden Papillensockel hinein. Meist bietet die Papille nicht genügend Platz, so daß es auch noch zu einem Knochenabbau um die Papillenbasis kommt.

Die Zeit für die Bildung des Zahnes von der ersten Anlage der Krone bis zur fertigen Ausbildung der Wurzelspitze ist nach der Feststellung mehrerer Autoren (WETZEL, JASSMUND, EULER) (Zit. nach HUENT (14)) sehr variabel. Bei Milchzähnen beträgt sie 3-4 Jahre, bei bleibenden Zähnen etwa 10 Jahre.

Nach dem Durchbruch der Krone ist das Wurzelwachstum bei Milchzähnen in etwa 1,5-2 Jahren und bei den bleibenden Zähnen in etwa 3-4 Jahren abgeschlossen.

IV. Eigene Untersuchungen

1. Die Apparatur

Bei den vorliegenden Untersuchungen wurde zur elektrischen Vitalitätsprüfung das Pulsentestgerät "Pentotest" - 06" der Firma Malek benutzt. Dieses volltransistorisierte Gerät arbeitet mit Batteriebetrieb. Die inaktive Elektrode ist bei diesem Prüfgerät auf dem Handgriff angebracht, der Stromkreis wird also nicht wie gewöhnlich über eine Handelektrode, sondern über den Arzt selbst geschlossen. So wird ein unbeeinflussbarer guter Kontakt gewährleistet. Die Charakteristik ist in Abschnitt III. 4.3 dargestellt.

Der Regler des Gerätes ist in neun Stufen eingeteilt:

- 0 = Gerät ist ausgeschaltet
- 1 = Gerät ist eingeschaltet
- 2 = etwa $1/6$ des maximalen Stromes
- 3 = etwa $1/3$ des maximalen Stromes
- 6 = etwa $2/3$ des maximalen Stromes
- 9 = maximale Stromstärke

Etwa von Reglerstellung 3 bis Stellung 9 leuchtet als Funktionskontrolle eine Glühlampe auf; sie erlischt in diesem Bereich wieder, wenn der Stromkreis geschlossen ist.

2. Herstellung situationsgleicher Röntgenbilder

Zur Herstellung periodisch-identischer Röntgenaufnahmen wurde der zweiteilige Filmhalter nach HILDSCHNER (16) verwendet. Um zu situationsgleichen Röntgenbildern zu gelangen, muß nach HILDSCHNER (13) sowohl die "innere Orientierung" wie die "äußere Orientierung" der Aufnahmeanordnung unverändert bleiben. Unter innerer Orientierung versteht er die Festlegung des Strahlencentrums gegen die Bildebene. Die Lage des Objekts ist in dem durch die innere Orientierung festgelegten Strahlenverlauf durch die äußere Orientierung fixiert, wobei drei Rotationen: Nibung, Kantung und Schwenkung die Lage des Objektpunktes festhalten.

Der Filmhalter nach HIELSCHER (13) besteht aus einem abgewinkelten Vierkantstab. Das hintere Ende ist am Spitztubus der Siemens-Röntgenkugel A fixiert. Um Aufnahmen im Ober- wie im Unterkiefer zu ermöglichen, ist die Befestigung in einer Metallringlagerung drehbar angeordnet. Am anderen Ende ist die Filmhalterung im rechten Winkel fest montiert; diese besteht aus einer hinteren, kreisrunden Metallplatte und einer vorderen Kunststoffplatte. Bei dem abgewinkelten Filmhalter liegen also die inneren Orientierungsdaten als absolut starres System vor. Es ist immer wieder möglich, den Zentralstrahl auf den gleichen Filmpunkt zu richten; da auch die Distanz Fokus-Filmebene durch den Haltestab unverändert bleibt, wird es nur noch darauf ankommen, die Lage des Objekts im Strahlengang zu fixieren. Um diese Lagefixierung zu ermöglichen, ist der Vierkantstab zweigeteilt, so daß eine Abdruckhülse zur Befestigung eines Stentsbisses übergeschoben werden kann. Somit sind alle Forderungen für eine periodisch-identische Abzeichnung der Ausgangssituation erfüllt. Zur Wiederholungsaufnahme muß nur die Abdruckhülse aufbewahrt werden.

Da zur Herstellung situationsgleicher Röntgenaufnahmen zunächst nur der vordere Teil mit der Abdruckhülse für den Stentsbiß eingeführt werden muß, kann die Lage des Filmes ganz genau den individuellen Kieferverhältnissen entsprechend eingestellt werden. Der am Filmhalter befestigte vordere Teil des Vierkantstabes bildet dabei die Zielvorrichtung. Nach dem Zubiß läßt man den Stents erhärten und schiebt erst dann den hinteren Teil des Filmhalters in die Abdruckhülse, was gleichzeitig die Zentrierung des Röntgentubus erzwingt. Eventuell auftretende Spannungen kann der Patient durch eine leichte Bewegung des Kopfes ausgleichen.

Der Filmhalter nach HIELSCHER (13) wurde zur Durchführung der vorliegenden Untersuchungen leicht abgewandelt. Die Abdruckhülse wurde mit einer Kerbe versehen, da es leicht vorkommen konnte, daß beim Einführen des hinteren Teils des Vierkantstabes mit dem Röntgentubus der vordere Teil mit dem Filmhalter etwas herausgedrückt wurde. Dadurch änderte sich der Abstand zwischen Tubus-Objekt und Objekt-Filmebene.

Es zeigten sich auch die normalen handelsüblichen Röntgenfilme im Format 3 x 4 cm als ungeeignet. Das ziemlich starre System erlaubt keine individuelle Anpassung des Filmes etwa durch Abknicken der Ecken. Führt man den vorderen Teil mit der Abdruckhülse ein, so daß die Filmebene parallel zur Zahnachse steht und läßt den Patienten zubeißen, ändert sich oft der Einstellungswinkel. Dadurch wird der Zahn entweder in seiner Länge verzeichnet, oder aber das apikale Ende der Wurzel wird nicht mehr auf den Film projiziert. Es ist daher anzuraten, beim Zusammenbeißen mit der Hand die Zähne des Patienten auseinanderzuhalten und nur langsam dem Kaudruck nachzugeben. So kann schon beim Anzeichen einer Lageveränderung des Filmhalters dem Zusammenbeißen Einhalt geboten werden. Beim Einlegen des Filmes vor dem Stentsbiß treten meist Schwierigkeiten bei der Abdrucknahme auf. Der Film drückt im Oberkiefer an den Gaumen oder im Unterkiefer auf den Mundboden; die dabei auftretenden Schmerzen vereiteln nicht selten die korrekte Abdrucknahme. Nimmt man erst Abdruck und führt dann den Film ein, so ist ein Zusammenbeißen wegen der Schmerzen oft nicht mehr möglich.

Wegen dieser Schwierigkeiten wurde die kreisrunde Kunststoffplatte des Filmhalters durch eine rechteckige (3 x 3 cm) ersetzt. Die handelsüblichen 3 x 4 cm Röntgenfilme wurden in der Dunkelkammer auf das Format 3 x 3 cm beschnitten und wieder lichtdicht verpackt. Hierdurch konnte erst ohne Film Abdruck genommen werden und dann, nach exakter Einstellung, der Film in den Filmhalter gesteckt und belichtet werden. Bei Aufnahmen im Unterkiefer war es ratsam, die Zunge als Polster unter die Filmkante legen zu lassen, da sonst der Film auf den Mundboden drückte, was zu erheblichen Schmerzen führte.

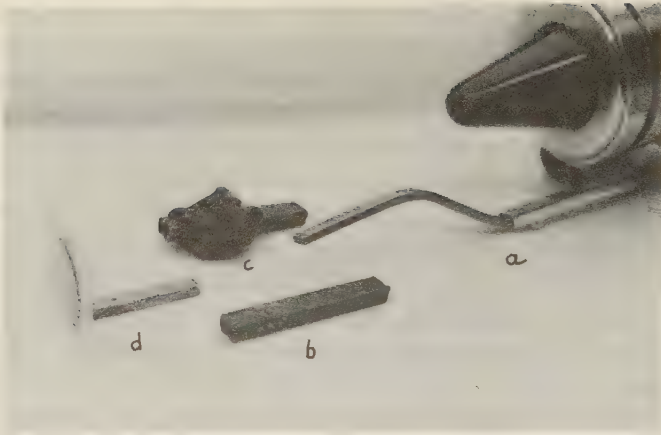


Abb.7.

Abb.7. Zweiteiliger Filmhalter nach HIELSCHER (13).

a. Spitztubus mit drehbarer Metallringlagerung und abgewinkeltem Vierkantstab.

b. Abdruckhülse.

c. Abdruckhülse mit Stentsbiß.

d. Filmhalter mit kreisrunder Metallplatte und eingeschobenem Film (die vordere Kunststoffplatte ist nicht sichtbar).



Abb.8.

Abb.8. Versuchsanordnung am Patienten.

3. Klinische Untersuchungen

Es wurden 50 durchbrechende Zähne von 31 Kindern auf ihre Vitalität geprüft. Bei der Auswahl der Kinder wurde bis auf wenige Ausnahmen darauf geachtet, daß die Zähne erst im Beginn des Durchbruchs waren. Meist war bei der ersten Prüfung nur etwa 1 mm der Zahnkrone zu sehen. Bestimmte Zähne oder Zahngruppen wurden nicht bevorzugt, sondern die Kinder wurden ohne besondere Auswahl untersucht.

Zunächst wurden bei unserem Probandengut der Zahn bzw. die Zähne geprüft, die soeben erst durchbrachen. Dann begannen wir mit der elektrischen Vitalitätsprobe an den bereits voll durchgebrochenen Zähnen 1+1. Dies hatte einen doppelten Zweck: Zunächst sollte der Patient einmal wissen, was er an dem durchbrechenden Zahn empfinden mußte; es wurde dabei davon ausgegangen, daß der durchbrechende Zahn nicht reagiert. Dann konnte die Untersuchung von 1+1 als Normbestimmung dienen. Bei der unterschiedlichen Empfindlichkeit der Menschen wird jeder Proband auf die Vitalitätsprobe verschieden stark reagieren. Durch die Untersuchungen von STENBERG (28) wissen wir aber, daß die Vitalität der durchbrechenden Zähne erst allmählich auftritt. Es ist also wichtig zu wissen, welcher Grenzwert erreicht werden kann, das heißt, bei welchem Wert die Zähne dieses Patienten normalerweise noch eben reagieren.

Nach der Normbestimmung wurde der durchbrechende Zahn getestet. Um immer wieder die gleichen Versuchsbedingungen zu schaffen, wurde die Prüfsonde jedesmal an der Stelle aufgesetzt, die im ersten Durchbruchsstadium bei der Vitalitätsprüfung benutzt werden konnte, nämlich bei den Incisivi auf die Schneidekante, bei den Praemolaren und Molaren auf die Höckerspitzen. Je nach der Reaktion wurde ein negatives Ergebnis oder der entsprechende Skalengrad (1 - 9) notiert.

Danach folgte analog eine Vitalitätsprobe mit Wärme. Hier wurde in der Flamme erhitzte Quellguttapercha benutzt. Auch hier wurde wieder zunächst 1+1 getestet und dann der durchbrechende

Zahn. Reagierte der Zahn, wurde der Versuch nochmals wiederholt und der Patient gebeten, anzugeben, ob bzw. wie stark die Reaktion von der Normtestung bei 1+1 abweicht.

In gleicher Weise erfolgte die Prüfung mit Kälte. Hier wurde ein mit Chloräthyl getränkter Wattebausch benutzt. Bei positiver Reaktion wurde diese ebenfalls mit der Empfindung an 1+1 verglichen.

Es ist selbstverständlich, daß bei der thermischen Vitalitätsprobe keine exakten Angaben erreicht werden können wie bei der elektrischen Testung. Zunächst ist die Intensität der Wärme bzw. Kälte uneinheitlich, dann sind die Angaben über ihre Reaktion recht subjektiv und die einzelnen Werte nicht genau untereinander vergleichbar. Ungeachtet dessen wurde hierbei nur beabsichtigt festzustellen, ob bei der Prüfung mit Wärme oder Kälte eine Reaktion des durchbrechenden Zahnes schon bei negativer elektrischer Prüfung auszulösen ist. Traf dies nicht zu, war es wichtig zu wissen, ob die Reaktion später spontan auftritt oder aber allmählich wie bei der elektrischen Vitalitätsprobe.

4. Röntgenuntersuchungen

Nach der Vitalitätsprobe wurde der betreffende Zahn mit dem zweiteiligen Filmhalter nach HIELSCHER (13) geröntgt, der gewonnene Stentsbiß beschriftet und aufgehoben. Eine Röntgenaufnahme wurde immer nur vor einem neuen Versuchsabschnitt hergestellt: Die erste Aufnahme zu Beginn der Behandlung, die zweite, wenn bei der elektrischen Testung eine Reaktion zu verzeichnen war, die letzte Aufnahme bei voller Reaktion des durchbrechenden Zahnes. Hier galt der Wert als Grenze, der bei der jeweiligen Normtestung gefunden worden war.

Gewisse Schwierigkeiten waren unvermeidlich. Bei der Wiederholungsaufnahme mußte der Stentsbiß revidiert werden, da der untersuchte Zahn in der Zwischenzeit weiter durchgebrochen war und beim Zubeißen störte. Mit einem dicken Rosenbohrer bei geringer Umdrehung wurde die betreffende Stelle etwas vertieft, so daß

die zweite und später die dritte Kontrollaufnahme ohne weiteres durchgeführt werden konnte.

Bedeutend schwieriger war es, wenn zwischen den einzelnen Aufnahmen Milchzähne in der Nachbarschaft des durchbrechenden Zahnes oder im Gegenbiß ausgefallen und durch bleibende Zähne ersetzt worden waren. Hier war ein exaktes Anpassen des Stentsbisses nur noch bedingt möglich.

Gewisse Ungenauigkeiten kamen auch dadurch zustande, daß sich alle Kinder der Versuchsreihe in kieferorthopädischer Behandlung befanden. Meist trugen die Patienten aber nur einfache Dehnplatten, so daß in dieser Beziehung keine großen Veränderungen auftraten.

Einen letzten Unsicherheitsfaktor verursachte der durchbrechende Zahn selbst. Eine periodisch-identische Aufzeichnung der Ausgangssituation ist nur dann gewährleistet, wenn das Objekt in dem starren System der "inneren Orientierung" einen Fixpunkt darstellt. Der durchbrechende Zahn befindet sich aber in einer stetigen Bewegung, deren Hauptkomponente wohl die axiale Richtung sein dürfte. In diesem Fall bewährt sich die bei dem abgewinkelten Filmhalter nach HINCHEN (13) angewandte Rechtwinkeltechnik. Dabei wird der Film immer parallel zur Zahnachse aufgestellt, im Gegensatz zu der üblichen Methode nach Wieszinski-Diek (Isometrierregel - Methode oder Winkelhalbierungstechnik), wo der Zentralstrahl im Winkel von 90 Grad auf eine gedachte Winkelhalbierungsebene, die Zahnachsen- und Filmebene bilden, gerichtet wird. Bei der zu den vorliegenden Versuchen angewandten Rechtwinkeltechnik bewegt sich der durchbrechende Zahn hauptsächlich parallel zur Filmebene, so daß es zu keiner nennenswerten Verzeichnung vor allem des Foramens kommen konnte.

Trotz dieser Unsicherheitsfaktoren dürften die vorliegenden Röntgenaufnahmen den gestellten Anforderungen wohl genügen.

Die abgebildeten Röntgenaufnahmen stellen Kontaktabszesse (Positive) dar.

5. Kasuistik

Da es im Rahmen dieser Arbeit aus Raumgründen nicht möglich ist, alle Fälle einzeln und ausführlich zu schildern, werden nur einige Fälle herausgegriffen. Die übrigen Fälle werden in Tabellen zusammengefaßt.

a. Fälle mit normaler Dentition

Fall 4.

Kind Heinz Josef A. geb.: 17.6.53

Untersuchter Zahn 3+.

Befund am 14.10.64

Von dem durchbrechenden Zahn 3+ ist eine kleine Spitze von etwa 3 mm zu sehen.

Bei der elektrischen Vitalitätsprobe von 1+1 reagiert der Patient zwischen Skalengrad 2 und 3. Auf thermische Reize erweist sich der Patient als sehr unempfindlich, so daß es in diesem Fall nicht möglich war, exakte Vitalitätsproben mit Wärme und Kälte durchzuführen. Ungenaue Angaben des Patienten sind mit einem ? bezeichnet.

Versuchsergebnisse vom 14.10.64

3+ Reaktion auf Strom: negativ

3+ Reaktion auf Wärme: (negativ ?)

3+ Reaktion auf Kälte: (negativ ?)

Das Röntgenbild Abb. 9a zeigt ein beinahe abgeschlossenes Wurzelwachstum. Auch das Foramen apicale dürfte fast die entgültige Größe erreicht haben.

Versuchsergebnisse vom 23.11.64

3+ Reaktion auf Strom: negativ

3+ Reaktion auf Wärme: (negativ ?)

3+ Reaktion auf Kälte: (negativ ?)

15.12.64

Keine Reaktion auf elektrische und thermische (?) Reize.

13.1.65

- 3+ Reaktion auf Strom: (3)
 3+ Reaktion auf Wärme: gleich in Bezug auf 1+1 (?)
 3+ Reaktion auf Kälte: (Patient kann keine Angaben machen.)

Röntgenbefund: Abb.9b.

Weder die Wurzel noch das Foramen apicale haben sich sichtbar verändert.

Befund am 22.2.65

- 3+ Reaktion auf Strom: (2)
 3+ Reaktion auf Wärme: gleich in Bezug auf 1+1 (?)
 3+ Reaktion auf Kälte: (Patient kann keine Angaben machen.)

Der Zahn 3+ ist etwa $\frac{2}{3}$ durchgebrochen.

Das Röntgenbild Abb.9c zeigt ein abgeschlossenes Wurzelwachstum und auch das Foramen apicale dürfte sich kaum noch viel weiter schließen.



a



b



c

Abb.9.

Fall 5.

Kind Rolf L. geb.:25.3.53

Untersuchte Zähne 5-, +3

Befund am 14.10.64

5- ist etwa 3mm durchgebrochen; +3 hat gerade mit dem Durchbruch begonnen. Die winzige Spitze, die gerade zu sehen ist, erlaubt es noch nicht, eine Vitalitätsprüfung durchzuführen.
 Die Normtestung von 1+1 ergibt einen Wert von 2 - 3.

Versuchsergebnisse vom 14.10.64

- 5- Reaktion auf Strom: negativ
- 5- Reaktion auf Wärme: sehr gering
- 5- Reaktion auf Kälte: sehr gering

Das Röntgenbild Abb.10a läßt ein etwa zu $2/3$ abgeschlossenes Wurzelwachstum erkennen, das Foramen apicale ist noch sehr weit geöffnet.

24.11.64

- 5- Reaktion auf Strom: negativ
- 5- Reaktion auf Wärme: geringer (als bei 1+1)
- 5- Reaktion auf Kälte: geringer (als bei 1+1)
- +3 Reaktion auf Strom: negativ
- +3 Reaktion auf Wärme: sehr gering
- +3 Reaktion auf Kälte: sehr gering

15.12.64. Gleiche Reaktion wie am 24.11.64

Versuchsergebnisse vom 16.3.65

- 5- Reaktion auf Strom: (8)
- 5- Reaktion auf Wärme: etwas geringer (als bei 1+1)
- 5- Reaktion auf Kälte: etwas geringer (als bei 1+1)
- +3 Reaktion auf Strom: (9)
- +3 Reaktion auf Wärme: sehr gering
- +3 Reaktion auf Kälte: sehr gering

Das situationsgleiche Röntgenbild Abb.10b von 5- (+3 wurde nicht geröntgt) zeigt keine große Verlängerung der Wurzel. Das Foramen apicale hat sich kaum verengt.

Versuchsergebnisse vom 28.7.65

- 5- Reaktion auf Strom: (3)
- 5- Reaktion auf Wärme: gleich
- 5- Reaktion auf Kälte: gleich
- +3 Reaktion auf Strom: (4)
- +3 Reaktion auf Wärme: fast gleich
- +3 Reaktion auf Kälte: gleich

Der Zahn 5- steht beinahe in Okklusion, +3 ist etwa $3/4$ durchge-

brochen.

Das Röntgenbild Abb.10c läßt erkennen, daß die entzündliche Wurzelkürze bald erreicht ist: das Foramen apicale hat sich wohl während der Versuchsdauer etwas verengt, ist aber noch verhältnismäßig weit offen.

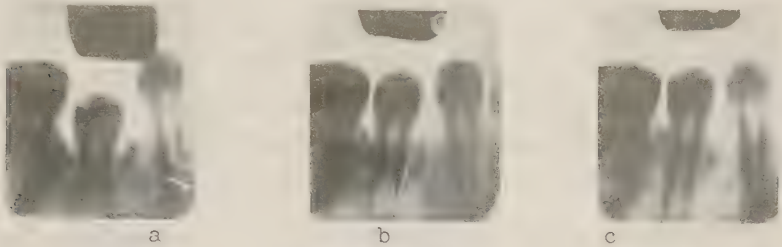


Abb.10.

Fall 14.

Kind Reinhard K. geb.:22.5.54

Untersuchte Zähne -3, -5.

Befund am 14.12.64

Beide Zähne (-3,-5) sind gerade 1 mm durchgebrochen. Die Normtestung ergibt einen Wert von 1,5 (bei 1+1). Der Patient ist auf Elektrizität und auf die thermischen Testmethoden ziemlich empfindlich.

Ergebnisse vom 14.12.64

- | | | |
|----|---------------------|------------------------|
| -5 | Reaktion auf Strom: | negativ |
| -5 | Reaktion auf Wärme: | geringer (als bei 1+1) |
| -5 | Reaktion auf Kälte: | geringer (als bei 1+1) |
| -3 | Reaktion auf Strom: | negativ |
| -3 | Reaktion auf Wärme: | geringer (als bei 1+1) |
| -3 | Reaktion auf Kälte: | geringer (als bei 1+1) |

Das Röntgenbild Abb.11a zeigt, daß die Wurzel von -5 erst zur Hälfte gebildet ist. Die Wurzelspitze reicht etwa bis zur Bifurkation von -6; das Foramen apicale ist noch sehr weit geöffnet.

Am 7.1.65 reagierten beide Zähne wie am 14.12.64.

3.2.65

- 5 Reaktion auf Strom: (4)
- 5 Reaktion auf Wärme: geringer (als bei 1+1)
- 5 Reaktion auf Kälte: geringer (als bei 1+1)
- 3 Reaktion auf Strom: (3,5)
- 3 Reaktion auf Wärme: geringer (als bei 1+1)
- 3 Reaktion auf Kälte: geringer (als bei 1+1)

Der Röntgenbefund Abb.11b läßt keine nennenswerte Wurzelentwicklung im Vergleich zur ersten Aufnahme (Abb.11a) erkennen.

24.2.65

- 5 Reaktion auf Strom: (2,5)
- 5 Reaktion auf Wärme: etwas geringer
- 5 Reaktion auf Kälte: etwas geringer
- 3 Reaktion auf Strom: (2,5)
- 3 Reaktion auf Wärme: etwas geringer
- 3 Reaktion auf Kälte: etwas geringer

16.3.65

- 5 Reaktion auf Strom: (2)
- 5 Reaktion auf Wärme: etwas geringer
- 5 Reaktion auf Kälte: etwas geringer
- 3 Reaktion auf Strom: (2)
- 3 Reaktion auf Wärme: gleich
- 3 Reaktion auf Kälte: gleich

13.4.65

- 5 Reaktion auf Strom: (2)
- 5 Reaktion auf Wärme: gleich
- 5 Reaktion auf Kälte: gleich
- 3 Reaktion auf Strom: (2)
- 3 Reaktion auf Wärme: gleich
- 3 Reaktion auf Kälte: gleich

24.5.65 gleiche Reaktion wie am 13.4.65.

Versuchsergebnisse vom 26.7.65

- 5 Reaktion auf Strom: (1,5)
- 5 Reaktion auf Wärme: gleich
- 5 Reaktion auf Kälte: gleich
- 3 Reaktion auf Strom: (1,5)
- 3 Reaktion auf Wärme: gleich
- 3 Reaktion auf Kälte: gleich

Beide Zähne stehen noch nicht vollständig in Okklusion. Das situationsgleiche Röntgenbild von -5 Abb.11c läßt ein etwa zu 2/3 abgeschlossenes Wurzelwachstum erkennen, das Foramen apicale ist noch verhältnismäßig weit geöffnet.



a



b



c

Abb.11.

Fall 16.

Kind Petra H. geb.:8.3.55

Untersuchter Zahn -3.

Befund am 14.12.64

Der Zahn -3 ist etwa 1,5 mm durchgebrochen. Bei der elektrischen Vitalitätsprobe reagieren 1+1 bei 3.

Versuchsergebnisse:

- 3 Reaktion auf Strom: negativ
- 3 Reaktion auf Wärme: negativ
- 3 Reaktion auf Kälte: negativ

Das Wurzelwachstum ist nach Röntgenbild Abb.12a etwa zu 2/3 abgeschlossen, das Foramen apicale noch ziemlich weit geöffnet.

6.1.65

-3 zeigt weder Reaktion auf Elektrizität noch auf die thermischen Prüfmethode.

Ergebnisse vom 1.2.65

-3 Reaktion auf Strom: (4)
 -3 Reaktion auf Wärme: gleich
 -3 Reaktion auf Kälte: gleich

Das Röntgenbild Abb.12b läßt im Vergleich zu Abb.12a keine nennenswerte Veränderung erkennen.

15.3.65

-3 Reaktion auf Strom: (3)
 -3 Reaktion auf Wärme: gleich
 -3 Reaktion auf Kälte: gleich

Die Röntgenaufnahme Abb.12c zeigt kaum eine erkennbare Abweichung vom Anfangsbefund.

Der Zahn -3 steht noch nicht in Okklusion.



a



b



c

Abb.12.

Fall 18.

Kind Reinhold H. geb.:7.6.55

Untersuchter Zahn +3.

Befund am 15.12.64

Der Zahn +3 ist etwa 6 mm durchgebrochen. Der Wert der Normtestung von 1+1 liegt zwischen 2 und 3.

Ergebnisse der Vitalitätsprüfung vom 15.12.64:

- +3 Reaktion auf Strom: negativ
- +3 Reaktion auf Wärme: etwas geringer (als bei 1+1)
- +3 Reaktion auf Kälte: etwas geringer (als bei 1+1)

Röntgenologisch (Abb. 14a) ist ein in seinem Wurzelwachstum wohl zu 2/3 fertiger Zahn zu sehen, das Foramen apicale ist dagegen noch weit offen.

Die Ergebnisse vom 6.1.65 sind mit den vom 15.12.64 identisch.

15.3.65

- +3 Reaktion auf Strom: (9)
- +3 Reaktion auf Wärme: etwas geringer
- +3 Reaktion auf Kälte: etwas geringer

Das Röntgenbild Abb. 14b zeigt gegenüber dem Anfangsbefund keine nennenswerte Veränderung.

13.4.65

- +3 Reaktion auf Strom: (9)
- +3 Reaktion auf Wärme: gleich
- +3 Reaktion auf Kälte: gleich

5.7.65

- +3 Reaktion auf Strom: (3)
- +3 Reaktion auf Wärme: gleich
- +3 Reaktion auf Kälte: gleich

Ergebnisse vom 7.9.65

- +3 Reaktion auf Strom: (2,5)
- +3 Reaktion auf Wärme: gleich
- +3 Reaktion auf Kälte: gleich

Obgleich der Zahn in Okklusion steht, ist das Wurzelwachstum noch nicht abgeschlossen (Abb. 13c). Das Foramen apicale ist in diesem Fall sehr weit geöffnet, es hat sich während der Verlaufsreihe nicht nennenswert verengt.



a



b



c

Abb.13.

Fall 22.

Kind Elke B. geb.:19.9.56

Untersuchter Zahn -3.

Befund am 12.1.65

Der Zahn -3 ist etwa 1 mm durchgebrochen. Die Normtestung von 1+1 ergibt einen Wert von 2.

Versuchsergebnisse vom 12.1.65

- 3 Reaktion auf Strom: negativ
- 3 Reaktion auf Wärme: negativ
- 3 Reaktion auf Kälte: negativ

Auf dem Röntgenbild Abb.14a ist eine etwa zu 2/3 fertig ausgebildete Wurzel zu erkennen, das Lumen des Foramens ist schon relativ eng.

Die Testung vom 4.2.65 bringt keine neuen Ergebnisse.

16.3.65

- 3 Reaktion auf Strom: (9)
- 3 Reaktion auf Wärme: etwas geringer (als bei 1+1)
- 3 Reaktion auf Kälte: etwas geringer (als bei 1+1)

Die Röntgenaufnahme Abb.14b zeigt keine größere Veränderung der Ausgangssituation.

25.5.65

- 3 Reaktion auf Strom: (6)
- 3 Reaktion auf Wärme: etwas geringer
- 3 Reaktion auf Kälte: etwas geringer

16.6.65

- 3 Reaktion auf Strom: (2,5)
- 3 Reaktion auf Wärme: etwas geringer
- 3 Reaktion auf Kälte: gleich

6.7.65

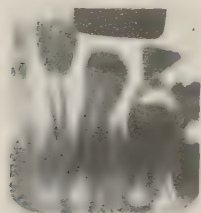
- 3 Reaktion auf Strom: (2,5)
- 3 Reaktion auf Wärme: gleich
- 3 Reaktion auf Kälte: gleich

Versuchsergebnisse vom 17.8.65.

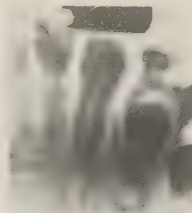
- 3 Reaktion auf Strom: (2)
- 3 Reaktion auf Wärme: gleich
- 3 Reaktion auf Kälte: gleich

Der untersuchte Zahn steht beinahe in Okklusion.

Das Röntgenbild Abb.14c zeigt das Längenwachstum der Wurzel beinahe abgeschlossen, das Foramen apicale hat sich etwas geschlossen, jedoch ist der Unterschied zum Anfangsbefund nicht bedeutend.



a



b



c

Abb.14.

b.Fälle mit verspäteter Dentition

In der vorliegenden Arbeit sollte untersucht werden, in wiefern der Vitalitätsbefund vom Wurzelwachstum abhängig ist. Um nun auszuschließen, daß nicht der Zahndurchbruch selbst für die scheinbare Devitalität des durchbrechenden Zahnes verantwortlich ist,

wurden Patienten mit verspäteter Dentition untersucht. Es handelt sich dabei teilweise um chirurgisch freigelegte Zähne, einige brauchen jedoch ohne operativen Eingriff von selbst durch. Das Wurzelwachstum war in allen Fällen bereits abgeschlossen.

Fall 27.

Frl. Wilma B. geb.: 10.4.43

Bei der Patientin wurde am 24.5.65 der Zahn 3+ operativ freigelegt, er ist weder gebündert, noch mit einem Häkchen versehen, eine Vitalitätsprobe ist also ohne Gefahr einer zu starken Ableitung des Stromes durchzuführen.

Die Normtestung von 1+1 ergab einen Wert von 2.

Die Röntgenaufnahme zeigt eine stark gekrümmte Wurzel, deren Wachstum aber schon abgeschlossen ist.

Ergebnisse vom 16.6.65

3+	Reaktion auf Strom:	(2,5)
3+	Reaktion auf Wärme:	gleich
3+	Reaktion auf Kälte:	gleich

29.7.65

3+	Reaktion auf Strom:	(2)
3+	Reaktion auf Wärme:	gleich
3+	Reaktion auf Kälte:	gleich

Fall 28.

Frl. Anita H. geb.: 14.11.48

Hier liegt ein besonders günstiger Fall vor. Der Zahn +3 wurde nämlich gerade chirurgisch freigelegt, wozu 4+ wohl verspätet, jedoch ohne operativen Eingriff zum Durchbruch gelangte. Von +3 ist der größte Teil der Krone freigelegt, ein kleiner Haken zum Halt eines Gummizuges ist einzementiert. Von 4+ ist eine kleine Spitze von ca 1 mm zu sehen. Das Wurzelwachstum beider Zähne ist bereits abgeschlossen.

Die Normtestung ergibt einen Wert von 2.

Versuchsergebnisse vom 7.7.65

- +3 Reaktion auf Strom: (2,5)
 +3 Reaktion auf Wärme: gleich
 +3 Reaktion auf Kälte: gleich
 4+ Reaktion auf Strom: (7 - 8)
 4+ Reaktion auf Wärme: etwas geringer (als bei 1+1)
 4+ Reaktion auf Kälte: etwas geringer (als bei 1+1)

18.7.65

- +3 Reaktion auf Strom: (1)
 +3 Reaktion auf Wärme: gleich
 +3 Reaktion auf Kälte: gleich
 4+ Reaktion auf Strom: (2)
 4+ Reaktion auf Wärme: gleich
 4+ Reaktion auf Kälte: gleich

Fall 29.

Frl. Gisela M. geb.: 24.6.50

Verspäteter Durchbruch von 3+ und +3. Beide Zähne sind nicht chirurgisch freigelegt worden. 3+ ist etwa schon 3 mm durchgebrochen, wogegen von +3 nur eine kleine Ecke von ca 1 mm zu sehen ist. Bei der Normtestung von 1+1 reagiert die Patientin bei Skalenwert 1,5.

Die Röntgenaufnahmen Abb. 15a und 15b lassen in beiden Fällen ein abgeschlossenes Wurzelwachstum erkennen.



a



b

Abb. 15.

28.7.65

3+ Reaktion auf Strom: (1,5)
 3+ Reaktion auf Wärme: gleich
 3+ Reaktion auf Kälte: gleich
 +3 Reaktion auf Strom: (1,8)
 +3 Reaktion auf Wärme: gleich
 +3 Reaktion auf Kälte: gleich

c.Bohr-Test

In der dritten Versuchsreihe sollte festgestellt werden, wie ein durchbrechender Zahn, der weder auf elektrische noch auf thermische Prüfmethode reagiert, auf mechanische Reize anspricht. Getestet wurden Kinder, die durchbrechende Zähne mit kleinen kariösen Defekten aufzuweisen hatten.

Fall 30.

Kind Günter B. geb.: 29.3.56

Befund am 2.12.65

Die Zahnkrone von +4 ist etwa 3 mm durchgebrochen. Auf Elektrizität zeigt der Zahn keine Reaktion, die thermischen Vitalitätstests verlaufen negativ. Die Zähne 1+1 reagieren bei Skalenwert 3. +4 und +V haben Kavitäten. Der Patient wurde gebeten, beim Bohren festzustellen, ob die typischen Schmerzen beim Exkavieren auftreten. Beim Aufziehen der Kavitäten wurde zunächst der Airotor und als Schleifkörper ein Diamant verwendet. Dann wurde zur Bohrmaschiene übergegangen und nacheinander Diamanten, Rosenbohrer und Fissurenbohrer verwendet. Der Patient gab an, daß beim Bohren an dem Zahn +V wie gewöhnlich Schmerzen aufgetreten sind, an dem Zahn +4 habe er nichts verspürt.

Fall 31.

Kind Anthony F. geb.: 26.9.58

Befund am 8.1.66

Die Zähne IV- und V+ sind stark kariös und sollen gefüllt werden. Der durchbrechende Zahn 4+ hat ebenfalls eine kleine Kavi-

tät und soll gleichzeitig versorgt werden. Der Zahn, dessen Krone etwa 2 mm durchgebrochen ist, reagiert auf keine der Vitalitätsproben. Die Normtestung bei 1+1 bringt einen Wert von 3.

Auch hier wurden die Kavitäten der drei Zähne nacheinander mit den verschiedenen Schleif- und Bohrkörpern aufgezogen. Der Patient hatte an den beiden Milchzähnen IV- und V+ normales Empfinden beim Bohren, wogegen sich 4+ wie ein pulpentoter Zahn verhielt.

6. Ergebnisse

Tabelle IV

Reaktionsweise der einzelnen Patienten auf die drei Testmethoden.
(S = Strom, W = Wärme, K = Kälte)

Die Tabelle gibt Aufschluß über Art und Weise der Reaktion und den Zeitpunkt des Auftretens.

Eingeklammerte Werte bedeuten ungenaue oder geschätzte Werte.

Tabelle V

Die Tabelle gibt die Reihenfolge der Testmethoden an, die zunächst die erste und später die volle Reaktion auslösten.

Z.B.: Wurde die erste Reaktion in der Reihenfolge Kälte, Wärme und Strom ausgelöst, wurde in Spalte Kälte eine 1, in Spalte Wärme eine 2 und in Spalte Strom eine 3 eingetragen. Konnte die Reaktion gleichzeitig durch Wärme und Kälte ausgelöst werden, wurde sowohl in Spalte Wärme wie auch in Spalte Kälte eine 1 eingetragen, in Spalte Strom jedoch eine 3 als Zeichen dafür, daß durch diese Testart die Reaktion zuletzt ausgelöst wurde. Erfolgte die Reaktion gleichzeitig auf alle drei Prüfmethode, so wurde in alle Spalten eine 1 eingetragen.

Analog erfolgte die Eintragung bei voller Reaktion des Zahnes auf die drei Prüfmethode.

Tabelle VI

Fallzahl und prozentualer Anteil der Zähne, die auf die drei Prüfmethode sofort, zuerst und voll reagierten.

Fall Nr.	Zahn	Alter Jahr/ Monat	Norm Test	Reaktion		Erste Reaktion nach auf Strom nach Monaten		Volle Reaktion zuerst auf Strom nach Monaten		Versuch abgebr. nach Monaten:
				sofort auf	zuerst auf					
1	-3	10/8	3-6	K	K	0	8	W	12	-
2	3+	13/4	1,5	-	S+W+K	3	4	W+K	9	-
3	4+4	11/5	2-3	-	K	2	9	K	13	-
4	3+	11/4	2-3	-	S+W	3	3	S+W	4	-
5	5-	11/7	2-3	W+K	W+K	0	5	S+W+K	9	-
	+3	11/7	2-3	W+K	W+K	0	5	K	9	-
6	-3,4	9/9	2-3	-	?	?	?	?	?	13
	-5	9/9	2-3	-	(S ?)	8	8	?	?	13
7	4,3-	9/8	3	-	?	?	?	?	?	12
	-3,4	9/8	3	-	?	?	?	?	?	12
8	4+	9/3	2-3	-	W	3	5	W	6	-
9	3+	10/4	2,5	-	K	4	9	K	10	-
10	+4	10/1	2-3	-	S	5	5	S	8	-
	+5	10/1	2-3	-	(S ?)	8	8	?	?	12
11	4,3-	10/0	2,5	-	K	4	9	K	12	-
12	4+	8/1	2,5	W+K	W+K	0	8	W	11	-
	3+	8/1	2,5	W+K	W+K	0	5	W	11	-
13	+3	9/5	2-3	W+K	W+K	0	4	W+K	11	-
14	-3,5	10/7	1,5	W+K	W+K	0	2	W+K	7	-
15	-3	9/8	2-3	W+K	W+K	0	2	W	10	-
	-4	9/8	2-3	W+K	W+K	0	2	W+K	11	-
16	-3	9/9	3	-	S+W+K	2	2	W+K	3	-
17	+3	10/4	2-3	K	K	0	2	?	?	12
18	+3	9/6	2-3	W+K	W+K	0	3	W+K	9	-
19	-4	8/9	2-3	-	W+K	1	3	?	?	13
20	7-7	11/3	3	W+K	W+K	0	1	W	3	-
21	3-3	10/9	3	-	?	?	?	?	?	9
22	-3	8/4	2	-	S+W+K	2	2	K	7	-
23	2-	5/4	3	-	W+K	3	4	W+K	5	-
24	7+	12/9	2-3	-	?	?	?	?	?	8
25	7-7	13/2	2,5	-	?	?	?	?	?	9

Tabelle IV

Fall Nr.	Zahn	Erste Reaktion auf			Volle Reaktion auf		
		Strom	Wärme	Kälte	Strom	Wärme	Kälte
1	2+	2	2	1	3	1	2
2	2+	1	1	1	3	1	1
3	4+	3	2	1	3	2	1
	4+	3	2	1	3	2	1
4	3+	1	1	(1)	1	1	(1)
5	3-	3	1	1	1	1	1
	+3	3	1	1	3	2	1
6	-3, +, 5	-	-	-	-	-	-
7	4, 3-3, +	-	-	-	-	-	-
8	4+	2	1	3	2	1	3
9	3+	3	2	1	3	2	1
10	+4	1	3	2	1	3	2
	+5	-	-	-	-	-	-
11	4-	2	3	1	2	3	1
	3-	2	3	1	2	3	1
12	4+	3	1	1	3	1	2
	3+	3	1	1	3	1	2
13	+3	3	1	1	3	1	1
14	-5	3	1	1	3	1	1
	-3	3	1	1	3	1	1
15	-3	3	1	1	3	1	2
	-4	3	1	1	3	1	1
16	-3	1	1	1	3	1	1
17	+3	3	2	1	-	-	-
18	+3	3	1	1	3	1	1
19	-4	3	1	1	-	-	-
20	7-	3	1	1	3	1	2
	-7	3	1	1	3	1	2
21	3-3	-	-	-	-	-	-
22	-3	1	1	1	3	2	1
23	2-	3	1	1	3	1	1
24	7+	-	-	-	-	-	-
25	7-7	-	-	-	-	-	-

Tabelle V

		Strom		Wärme		Kälte	
		Fälle	%	Fälle	%	Fälle	%
Sofortige							
Reaktion		0	0	12	30,0	14	35,0
Erste Reaktion	1	5	18,5	19	70,4	24	88,9
	2	3	11,1	5	18,5	2	7,4
	3	19	70,4	3	11,1	1	3,7
Volle Reaktion	1	3	12,0	17	68,0	17	68,0
	2	3	12,0	5	20,0	7	28,0
	3	19	76,0	3	12,0	1	4,0

Tabelle VI

V. Diskussion

Bei der Durchführung der Untersuchungen wurde von der aus der praktischen Erfahrung geborenen Annahme ausgegangen, daß bleibende Zähne zu Beginn des Durchbruchs auf elektrischen Strom negativ reagieren, also scheinbar devital sind. Dies konnte bestätigt werden; keiner der Patienten reagierte bei Versuchsbeginn auf die elektrische Pulpenprüfung mit dem Dentotestgerät positiv. Das Ergebnis bestätigt gleichzeitig die Untersuchungen von STENBERG, der im I Durchbruchsstadium (die Zahnkrone ist bis zu einem Viertel ihrer entgültigen Länge durchgebrochen) einen relativ niedrigen Punktwert fand: bei 1+1: 1,6, bei 2+2: 2,4 und bei 2-2: 0,3 Punkte.

Diese scheinbare Devitalität des durchbrechenden Zahnes glaubte man mit der technischen Unzulänglichkeit der Prüfgeräte erklären zu können.

Der maßgebende Faktor der Stromwirkung ist nämlich nicht die Stromstärke, sondern die Stromdichte (Stromstärke pro Flächeneinheit). So wirkt zum Beispiel nur die kleinflächige Elektrode als Reizelektrode (differente Elektrode). Eine großflächige Elektrode, wie etwa die Handelektrode der Pulpenprüfer, bleibt dagegen unwirksam (indifferente Elektrode). Hier reicht die Stromdichte nicht aus, eine Erregung auszulösen.

Diese unbekannte Größe "Stromdichte" könnte nun der Grund dafür sein, daß ein durchbrechender Zahn auf unsere elektrischen Pulpenprüfer negativ reagiert. Durch die Strom-Last-Charakteristik des Dentotestgerätes bleibt wohl die Wirkung des Stromes auf die Pulpa beschränkt, da zur Reizung der Pulpa nur 40 - 60 Mikroampère erforderlich sind, die Parodontalschwelle hingegen 250 Mikroampère beträgt. Allerdings könnte die Stromdichte in der Pulpa selbst nicht ausreichen, zu einer Erregung zu führen, sondern wird erst am Foramen apicale den nötigen Schwellenwert überschreiten. In diesem Falle reagierte ein durchbrechender Zahn aber nicht, da dann der Strom durch das noch weit offene Foramen apicale abfließen könnte, ohne daß die Stromdichte ausreicht, eine Reaktion

auszulösen. Erst in einem späteren Durchbruchsstadium wird bei zunehmendem Wurzelwachstum und Einengung des Foramens die Stromdichte langsam ansteigen, bis der Schwellenwert überschritten ist und die erste Reaktion zustande kommt.

Diese Hypothese sollte durch die vorliegende Arbeit geprüft werden. An Hand von situationsgleichen Röntgenbildern war zu zeigen, daß Wurzelwachstum und Vitalitätsbefund voneinander abhängig sind. Zu jedem Vitalitätsgrad sollte ein gewisses Stadium des Wurzelwachstums gehören, so daß man mit Hilfe einer situationsgleichen Röntgenaufnahme zu der Aussage gelangen kann, wie stark der Zahn jetzt auf eine elektrische Pulpenprüfung reagieren dürfte. Vor allen Dingen wollte man wissen, wie weit die Wurzelbildung abgeschlossen sein muß, damit es zu einem Reizerfolg kommt.

Da STENBERG zur Vitalitätsprüfung nur Elektrizität verwendet hatte und weil sich die Erklärung der anfänglichen "Devitalität" nur auf die elektrische Prüfung erstreckte, wurden die Zähne der Patienten unserer Versuchsreihe noch mit Wärme und Kälte getestet. Hierbei reagierten $\frac{1}{3}$ der Kinder gleich zu Beginn der Untersuchung auf die thermischen Prüfmethode positiv.

Dies steht in einem gewissen Widerspruch zur aufgestellten Theorie. Bei der thermischen Reizung dürfte bei genügender Intensität die Reaktion bereits in der Kronenpulpa stattfinden; der Zahn müßte also schon während des Durchbruchs voll ansprechen. Dies war aber nur bei etwa 33% der Patienten der Fall, ja der Reizerfolg ließ sogar subjektiv einen merklichen Unterschied zu bereits durchgebrochenen Zähnen erkennen (Normtestung).

Bei Weiterführung der Versuchsreihe reagierten die meisten Patienten nach etwa 3 Monaten auf thermische Reize, wenn auch noch ein gradueller Unterschied zur Normtestung bestand. In der Regel setzte die Reaktion auf Wärme und Kälte gleichzeitig ein, bei einigen wenigen Kindern löste Kälte den ersten Reizerfolg aus. Bei keinem Patienten reagierte der Zahn zuerst auf Strom, wenn man von Füllungen absieht, die auf thermische Reize unempfindlich waren.

Weitere 2 - 3 Monate später sprach der Zahn auf Strom an. Dabei war aber immer eine höhere Reizintensität wie etwa bei der Normtestung nötig. Zu diesem Zeitpunkt wurde die zweite Röntgenaufnahme gemacht.

Je weiter der Zahn durchbrach, je stärker war seine Reaktion auf thermische wie elektrische Reize. Erste volle Reaktion zeigte der Zahn in der Regel auf Kälte, bzw. auf Kälte und Wärme gleichzeitig. Die Wärmereaktion folgte im zeitlich kurzem Abstand, die Stromtestung ergab als letzte eine volle Wirkung.

Betrachtet man zunächst die Versuchsergebnisse, welche die elektrische Pulpenprüfung ergab, so zeigt sich Übereinstimmung mit den Werten von STENBERG. Die thermische Testung verlief analog, nur daß die Reaktion zeitlich etwas früher einsetzte.

Die situationsgleichen Röntgenaufnahmen der einzelnen Versuchspersonen lassen aber weder unter sich noch im Vergleich zu anderen Patienten eine gewisse Gesetzmäßigkeit erkennen. In der Regel war bei der ersten Aufnahme zu Beginn des Durchbruchs das Wurzelwachstum noch nicht abgeschlossen und das Foramen apicale meist noch weit offen, allerdings gab es hinsichtlich der Größe des Foramens bemerkenswerte Unterschiede. So ist bei Fall 4 Abb. 9. das Wurzelwachstum zu Beginn der Untersuchung beinahe abgeschlossen, wogegen Fall 18 Abb. 13. noch ein weites Foramen aufweist. Im Verlauf der Untersuchung läßt sich in beiden Fällen wohl ein geringes Wurzelwachstum erkennen, jedoch dürfte dies nicht ausschlaggebend für den betreffenden Vitalitätsgrad sein. Die letzte Aufnahme von Fall 18 Abb. 13c. bei voller Reaktion auf Strom wie thermische Reize läßt im Vergleich mit der Anfangsaufnahme des Falles 4 unmöglich eine Gesetzmäßigkeit erkennen. Wenn ein Zahn bei einem noch immer so weit offenen Foramen apicale bereits voll auf alle Testmethoden reagiert, müßte zwangsläufig bei allen anderen Patienten der Versuchreihe eine Erregung, wenigstens mit höherer Reizintensität auszulösen sein.



a



b



c

Abb. 9.



a



b



c

Abb. 13.

Auch die Versuchsreihen der Patienten 5, 14, 16 und 22 (Abb. 10, 11, 12 und 14.) lassen keine Rückschlüsse auf den Vitalitätsgrad zu. Die Unterschiede untereinander sind beträchtlich, doch ändert sich bei ein und demselben Fall während der Versuchsdauer an der Wurzel, vor allem am Foramen wenig.

Bemerkenswert ist der Fall 11; Abb. 16a ist zu Beginn, Abb. 16b nach Abbruch der Versuchsreihe gemacht. Während die Zähne 3- und 4- nach 10,5 Monaten weder auf thermische noch auf elektrische Reize reagieren, spricht der Zahn 5- bereits voll an, obgleich er viel später durchbrach, ja zu Beginn der Testreihe noch ganz von Knochen umgeben war. In diesem Fall ist die Diskrepanz zwischen Wurzelwachstum und Vitalitätsbefund besonders deutlich. Hier ist auch der Faktor der unterschiedlichen Sensibilität der einzelnen Versuchspersonen eliminiert; die Reaktionen der Zähne lassen sich also gut miteinander vergleichen. So reagiert der Zahn 5- Abl. 16b auf alle Prüfmethode positiv, obgleich sein Foramen noch weit geöffnet ist. Dagegen bleibt die Testung bei 3- und 4- negativ, obwohl ihr Wurzelwachstum schon zu Beginn Abb. 16a viel wei-



a



b



c

Abb. 10.



a



b



c

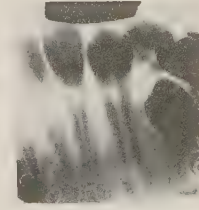
Abb. 11.



a



b



c

Abb. 12.



a



b



c

Abb. 14

ter abgeschlossen war und sich die Foramina während der Versuchsdauer noch etwas eingeeengt haben. Somit dürfte eine Gesetzmäßigkeit zwischen Wurzelwachstum und Vitalitätsbefund wohl auszuschließen sein.

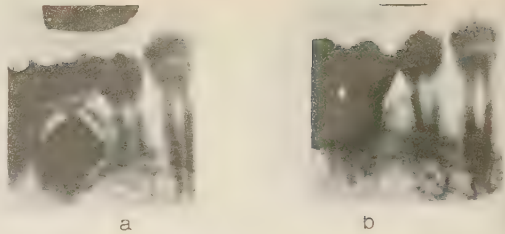


Abb. 16.

Ohne Einfluß auf die Vitalität ist der Zahndurchbruch selbst. Die Versuchsreihe mit verspätet durchbrechenden Zähnen zeigt deutlich, daß die Zähne bereits zu Beginn auf thermische und elektrische Reize voll ansprechen, gleich ob der Zahn chirurgisch freigelegt worden war, oder von selbst durchbrach. Besonders deutlich macht dies Fall 28, der beides, nämlich operative Freilegung und verspäteten Durchbruch vereint. Weitere Rückschlüsse läßt diese Versuchsreihe allerdings nicht zu, da in allen Fällen das Wurzelwachstum bereits abgeschlossen war und die Zähne somit nach der aufgestellten Stromdichtetheorie sowieso hätten reagieren müssen.

Wenn aber das graduelle Auftreten der Vitalität während des Zahndurchbruchs nicht vom Wurzelwachstum abhängig ist, wie die Röntgenbefunde deutlich zeigen, muß diese Unempfindlichkeit auf unsere physikalischen Testmethoden an der zu diesem Zeitpunkt unzulänglichen nervösen Versorgung des Zahnmarkorgans liegen. Die Entwicklung der Pulpa, die sich aus der bindegewebigen Papille differenziert, vor allem aber die Nervenentwicklung können also, wenn der Zahn durchbricht, noch nicht abgeschlossen sein, sie hinken vielmehr temporär dem Wurzelwachstum hinterher. Erst von einem gewissen Entwicklungsstadium an, das etwa in die Zeit zwischen Durchbruch des Zahnes bis zum Erreichen seines Antagonisten fällt, sind die nervösen Elemente der Pulpa in der Lage, einen Reiz aufzunehmen und weiterzuleiten.

Man könnte jetzt argumentieren, daß sich der Zahn auf alle Reizarten gleich empfindlich verhält, weil die Vitalität auf Elektrizität zu

Beginn des Durchbruchs läßt sich wohl mit der Stromdichtetheorie erklären, nicht aber seine Reaktion auf thermische Reize. Auf Wärme und Kälte müßte der Zahn sofort voll reagieren. Dies war aber nur bei 33% der Patienten der Fall und hier war auch die subjektiv empfundene Wahrnehmung geringer. Dies zeigt, daß das anomale Verhalten des durchbrechenden Zahnes auf die physikalischen Testmethoden an der zu diesem Zeitpunkt noch nicht abgeschlossenen Nervenentwicklung liegen muß. Die frühzeitige Reaktion auf thermische Reize dürfte dadurch zu erklären sein, daß die Wärme- und Kälterezeptoren zeitlich etwas früher in der Lage sind, einen Reiz aufzunehmen und weiterzuleiten, als die nozizeptiven Fasern.

Um die Annahme zu erhärten, daß die scheinbare Devitalität mit der zum Zeitpunkt des Zahndurchbruchs noch nicht abgeschlossenen Nervenentwicklung zusammenhängt, wurden im Fall 30 und 31 Kavitäten an durchbrechenden Zähnen aufgebohrt. Beide Patienten gaben übereinstimmend an, daß hier das Bohren im Vergleich zu anderen Zähnen schmerzlos war.

Abschließend kann wohl gesagt werden, daß zwischen Wurzelwachstum und Vitalitätsberund keine Gesetzmäßigkeit besteht. Die scheinbare Devitalität zu Beginn des Zahndurchbruchs muß mit der nervösen Versorgung des Zahnmarkorgans zusammenhängen. Das Nervensystem der Pulpa scheint während des Durchbruchs des Zahnes noch nicht in der Lage zu sein, einen Schmerz aufzunehmen und weiterzuleiten.

VI. Zusammenfassung

1. Auf der Suche nach geeigneten Untersuchungsmethoden des Pulpa-befundes bzw. der Vitalität des Markorgans wurden zunächst thermische Prüfmethode beschrieben. Seit Beginn dieses Jahrhunderts wird der elektrische Strom zur Diagnose verwendet. Man verwandte anfangs Gleichstrom, später induktiv erzeugten Wechselstrom und schließlich d'Arsonvalströme; doch zeigten die meisten Geräte in ihrer praktischen Anwendung keine Verlässlichkeit und allgemeine Brauchbarkeit.
2. Erst STIEGLER und LANGEgger gelang es, ein geeignetes Testgerät zu entwickeln. Durch die besondere Strom-Last-Charakteristik des "Dentotestgerätes" konnten unspezifische Reize auf Gingiva und Parodontium vermieden werden. Die Wirkung des Stromes bleibt also nur auf die Pulpa beschränkt, die Versuchsergebnisse bekommen einen größeren Aussagewert.
3. Mit den elektrischen Prüfmethode sind durchbrechende Zähne nicht zu testen; diese beginnen nach den Untersuchungen von STENBERG erst während des Durchbruchs auf die elektrische Testung anzusprechen und werden umso empfindlicher, je weiter sie durchgebrochen sind. Wichtig ist dieses Phänomen bei traumatisch geschädigten durchbrechenden Zähnen, weil der Zahnarzt dann zur Vitalitätsprobe weitgehend auf physikalische Untersuchungsmethode angewiesen ist.
4. Diese scheinbare Devitalität des durchbrechenden Zahnes könnte dadurch bedingt sein, daß der Strom durch das noch weit geöffnete Foramen apicale abfließt, weil die Stromdichte nicht ausreicht, eine Erregung auszulösen. Diese Theorie sollte durch die vorliegende Arbeit geprüft werden.
5. Die Untersuchungen an 40 durchbrechenden Zähnen ergab volle Übereinstimmung mit den Ergebnissen von STENBERG. Die thermischen Vitalitätsprüfungen verliefen analog zur elektrischen Testung. Situationsgleiche Röntgenaufnahmen sollten die Abhängigkeit des Vitalitätsbefundes vom Wurzelwachstum beweisen.

6. Während die elektrische Testung die Stromdichtetheorie bestärkte, widersprachen ihr die Ergebnisse der thermischen Pulpenprüfung. Die situationsgleichen Röntgenbilder ließen ebenfalls keine Gesetzmäßigkeit erkennen, Zähne mit weit offenem Foramen apicale reagierten bereits voll, wogegen andere mit fast abgeschlossenem Wurzelwachstum unerregbar blieben. Eine Abhängigkeit vom Durchbruch selbst schließt eine Versuchsreihe mit verspätet durchbrechenden bzw. chirurgisch freigelegten Zähnen aus. Da auch das Aufbohren von Kavitäten an durchbrechenden Zähnen von den Patienten als schmerzlos bezeichnet wurde, muß eine Abhängigkeit des Vitalitätsbefundes vom Wurzelwachstum angezweifelt werden.
7. Die scheinbare Devitalität zu Beginn und die langsam sich steigende Empfindlichkeit des Zahnes während des Durchbruchs dürfte also nicht vom Wurzelwachstum abhängig sein. Eher wird zu diesem Zeitpunkt die Entwicklung der nervösen Elemente des Zahnmarkorgans noch nicht abgeschlossen sein, so daß ein Reiz weder aufgenommen noch weitergeleitet werden kann.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, Herrn Professor Dr. E. Sauerwein für die Überlassung der Arbeit, für die wertvollen Anregungen und Hinweise bei der Abfassung der Arbeit und für die mir gebotene Möglichkeit, meine Untersuchungen an seiner Klinik durchzuführen, herzlich zu danken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Oberarzt Dr. Müller und den Assistenten der kieferorthopädischen Abteilung, die mir bei der Suche nach geeigneten Patienten stets hilfreich zur Seite standen.

Lebenslauf

Am 13. Juni 1939 wurde ich in Koblenz als Sohn des Zahnarztes Hans Vieritz und dessen Ehefrau Johanna geb. Schwenkmezger geboren. Wegen der Kriegsverhältnisse zogen meine Eltern 1944 nach Bendorf/Rhein. Hier besuchte ich ab Herbst 1945 die ev. Volksschule. Ab Oktober 1949 war ich Schüler des städtischen Gymnasiums in Koblenz. Ich entschied mich für den naturwissenschaftlichen Zweig. An dieser Anstalt legte ich im Februar 1959 meine Reifeprüfung ab. Mit dem Sommersemester 1959 begann ich an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität in Bonn das Studium der Zahnmedizin und bestand hier nach dem Sommersemester 1961 meine zahnärztliche Vorprüfung. Nach fünf klinischen Semestern legte ich am 11. Juli 1964 die zahnärztliche Prüfung ab.

Hans-Dieter Vieritz

